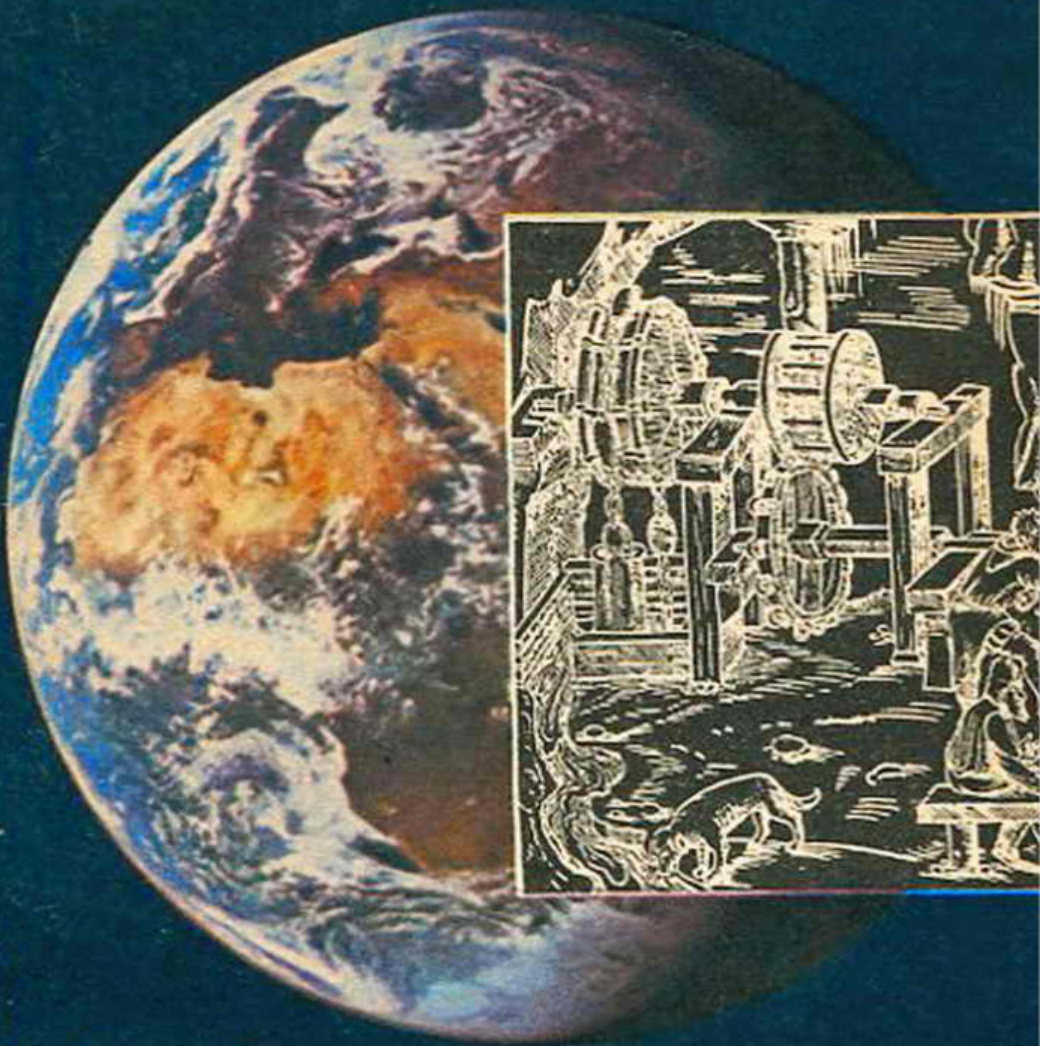
EDUARD VICTOR GUGUI



colecția cristal

AMPRENTE PE O PLANETĂ ALBASTRĂ

EDITURA ALBATROS

TEHNOLOGIA este capacitatea omului de a făuri lucruri prin intermediul obiectelor care nu fac parte din corpul său... Dacă încercați să spargeți o nucă cu podul palmei, faceți un lucru natural, însă dacă o spargeți cu o piatră, atunci acționați tehnologic... Dacă însușirea unor metode, procedee, reguli poate însemna însușirea tehnicii execuției la vioară, modificările aduse instrumentelor în scopul obținerii de efecte, altfel superlative din punct de vedere tehnic, înseamnă tehnologie... Dacă descoperirea faptului că un anumit mucegai împiedică dezvoltarea microbilor unor boli grave a însemnat descoperirea penicilinei, apariția ei ca medicament a necesitat inventarea liofilizării, deci a unei noi tehnologii... Dacă descoperirea efectului tranzistor a însemnat pentru știință realizarea unui amplificator cu corp solid, amplasarea, astăzi, pe o aceeași placă de siliciu, cu dimensiuni de ordinul zecimilor de milimetru, a mai multor tranzistoare se datorește noilor tehnologii de înaltă precizie: fotogravarea, epitaxia, mascarea, difuzia la temperaturi înalte etc. Iar exemplele pot continua, multe dintre ele și evoluția tehnologiei, în general, găsindu-și o explicație în AMPRENTE PE O PLANETĂ ALBASTRĂ.

colecția cristal

Lei 12,50

Hazardul viitorului ne va duce cîndva, într-o zi, pe o planetă aidoma Pămîntului nostru, unde fapte constructive, care sfidează vremea, ne vor refigura imaginile unor prezumtive creaturi inteligente... Dar și aici, la noi acasă, acum, dacă ne raportăm la mileniile în care istoria se așternea în faze lente, descoperim „amprente" cărora nu putem, încă, să le atribuim o continuitate istorică !

Asociind spațiul și timpul cu natura biologică, admitem că, întotdeauna, ceea ce va rămîne de pe urma unor exprimări inteligente ale Universului, vor fi materializările tehnologice concrete ale unor posibilități pentru care imensitățile timpurilor sublimează în afara civilizației noastre.

Parcurgem un secol ce ne apropie de granița fantasticului, caracterizat, pe deplin, de prezența majoră a tehnologiei în viața noastră de zi cu zi. Simțim în jurul nostru, tot mai mult, o incitație și o fertilă provocare, aceea a tehnologiei ajunse la un asemenea nivel, încît implică din ce în ce mai direct ambițiile cele mai profunde ale geniului uman.

Astăzi, tehnologia înseamnă lucruri de care avem nevoie în toate activitățile noastre. Ea intervine major în căminele noastre, transformă încălzirea și iluminatul, orașele și satele, viața domestică și chiar familia. Umple cerul cu mii de avioane, populează cosmosul cu sateliți și prevestește — de ce nu ? ! — anularea spațiului și ruperea timpului ! Ne programează pînă și vacanțele ! Unește artele, înglobîndu-le în mediile de comunicare sau în cultura globală. De aceea, acum, cît de departe sîntem de fraza rostită de scriitorul francez Ernest Renan în 1855, în fața Pavilionului Industriei de la Expoziția Universală : „Ce de lucruri cu care n-avem ce face !"

Iată deci că tehnologia exprimă amprentele unei civilizații mature, supunînd lumea noastră unor intense mu-

taţii. Complexitatea mecanismului nu rezidă într-o reţea de rupturi, nici nu recuză tradiţia, experienţa sau influenţele şi nici nu pune la îndoială disciplinele stabilite.

Realizările din domeniul educaţiei, sănătăţii, construcţiilor edilitare, mediului urban depind de capacitatea societăţii contemporane de a transforma aceste obiective în fapte tehnologice. Dar aceasta nu înseamnă că în formularea obiectivelor politice, sociale, economice ş.a.m.d., modul de gîndire trebuie înlocuit printr-o gîndire pur tehnologică. Înseamnă, de fapt, că unele moduri de a gîndi depind în realizarea lor de expresia tehnică şi că dezvoltarea şi controlul lor constituie o măsură a valorii politice.

O dată ce rolul naţiunilor dezvoltate tehnologic a devenit preponderent în civilizaţia noastră, s-a impus şi evaluarea preventivă a consecinţelor tehnologice. Cea mai „sofisticată" sau mai „avansată" tehnologie nu este, pentru mulţi dintre noi, cea mai bună. Tehnologia trebuie să fie, înainte de toate, „apropiată" destinaţiei pentru care a fost creată.

În primul rînd trebuie să fie o sursă de civilizaţie, putere, bunăstare şi progres şi să promită vindecarea multora dintre racilele omenirii. Dar statele şi popoarele nu dispun de posibilităţi egale. Tehnologia este una dintre pîrghiile majore care dislocă decalaje între ţările lumii. Astăzi ţările cele mai dezvoltate tehnologic, deşi numeric ele deţin mai puţin de o pătrime din populaţia mondială, beneficiază de peste 85% din venitul mondial, utilizînd mai mult de jumătate din resursele planetei. În domeniul energiei, locuitorul din ţările industrializate consumă aproape de 50 de ori mai mult decît corespondentul său din ţările sărace.

Situaţia este agravată şi de obstacolele ridicate în calea accesului ţărilor în curs de dezvoltare la tehnologiile avansate, pe care acestea îl înţeleg nu ca un simplu transfer, o clonare a unor factori externi pe corpul culturilor proprii, ci ca pe expresia unui efort de construire a unor structuri proprii adecvate şi favorizante pentru un transfer tehnologic echitabil în dublu sens.

Tehnologia trebuie să se integreze unui proces osmotic de transfer şi achiziţie, pentru a-şi juca rolul major

în dezvoltarea orientată spre satisfacerea nevoilor fundamentale.

În acest context, tehnologia nu trebuie să transforme viitorul într-un sinonim al apocalipsului, ea trebuie subordonată raţiunii. Şi de această dată îşi găseşte o amplă reverberaţie apelul lansat de preşedintele României, tovarăşul Nicolae Ceauşescu, cu ocazia alegerii sale ca membru titular şi preşedinte de onoare al Academiei R.S.R. : „Ne aflăm într-o epocă hotărîtoare pentru însuşi viitorul civilizaţiei, al vieţii pe planeta noastră. Cursa înarmărilor, îndeosebi a celor nucleare, acumularea şi amplasarea de noi şi noi arme nucleare — printre care şi a rachetelor cu rază medie de acţiune — în Europa, au creat o situaţie deosebit de gravă."

Misiunea Voyager I *a costat aproximativ cît 8 zile de război în Vietnam. Dacă uriaşele cheltuieli militare ar fi fost îndreptate spre cucerirea cosmosului, astăzi am fi putut fi ajuns chiar la marginea sistemului solar ! Sau dacă medicina şi biologia ar fi dispus de fabuloasele sume vehiculate de înarmare, practic, omul ar fi putut trăi astăzi 180 de ani !*

Dar cum se defineşte tehnologia ?

Este o expresie artificială, modernă (sec. XVIII) ce semnifică tratarea sistematică a metodelor şi mijloacelor de prelucrare a materialelor şi deserveşte ansamblul proceselor organizate în spaţiu şi timp, folosite în producţia socială a bunurilor materiale. Denumirea polarizează o semnificaţie ştiinţifică, sfîrşind prin a fi considerată aproape un echivalent al ştiinţei aplicate. Cei ce l-au propus l-au identificat cu descrierea modurilor de a construi, dar acestea nu constituie decît o parte a sa.

Multă vreme, şi se mai obişnuieşte şi acum, tehnologia a constituit un omonim al tehnicii. Însă tehnica înglobează doar ansamblul mijloacelor de muncă utilizate în procesul producţiei, inclusiv procesul de acţionare a mijloacelor de muncă asupra obiectivului muncii. Se poate da o definiţie generală a tehnicii, îmbinînd metode, procedee, reguli folosite într-un domeniu oarecare de activitate umană, în practicarea unei profesiuni ori a artei, respectiv capacitatea ei de a le urma. De exemplu, dacă însuşirea unei asemenea structuri definitorii poate însemna însuşirea tehnicii execuţiei la vioară, modificările

aduse instrumentelor (lungimea arcuşului, compoziţia corzilor etc.) în scopul obţinerii de efecte, altfel superlative din punct de vedere tehnic, înseamnă tehnologie.

Abilitatea tehnică este un privilegiu atribuit în exclusivitate omului, care, descoperind, a început să inventeze. Descoperirile compun ştiinţa, în timp ce invenţiile se constituie în tehnologie.

Procesul tehnic, în condiţiile contemporane, nu se mai realizează ca în trecut pe baza utilizării rezultatelor concrete ale ştiinţei, ci implică transformarea producţiei într-o aplicare tehnologică a ştiinţei în ansamblul ei şi a ştiinţei într-o forţă de producţie.

În trecutul îndepărtat, tehnica s-a dezvoltat rutinar, pe baza deprinderii omului de a munci cu anumite utilaje şi a experienţei sale în realizarea şi organizarea empirică a proceselor tehnologice. O dată cu introducerea în producţie a maşinilor de lucru — şi nu numai a lor, ci şi a celor de forţă — cu implicaţiile respective în privinţa necesităţii gospodăririi agenţilor energetici primari, s-a dezvoltat şi fundamentarea ştiinţifică a tehnicii, începînd cu sfîrşitul secolului al XVIII-lea. Apăruse posibilitatea de a folosi progresul ştiinţelor naturii în slujba revoluţiei ştiinţifice şi tehnice.

„Succesul istoric al ştiinţei şi tehnologiei a făcut posibilă translaţia valorilor înspre teme tehnice — materializarea valorilor. Deci, tot ce este în joc, este redefinirea valorilor în termeni tehnici, ca elemente ale proceselor tehnologice. Noile limite, ca limite tehnice, ar opera apoi în proiect şi în construcţia maşinii, şi nu numai în utilizarea acesteia" afirmă Herbert Marcuse.

Tehnologia formează un aspect al istoriei, şi în particular al istoriei sociale. Omul este născut constructor şi cu instinctul său alternează şi combină inteligent activitatea manuală şi cea practică, pentru a-şi desăvîrşi menirea de conştientizare a materiei. Situîndu-ne pe un punct de continuitate a evoluţiei, moştenind vechile construcţii şi privind cu suspiciune noile forme repetăm de multe ori experienţe vechi cu mijloace noi.

În vremea prezentă ne punem mari speranţe în realizările tehnologice ale viitorului, imaginînd diverse scenarii, optimiste sau pesimiste, în încercarea noastră de a stabiliza locul tehnologiei în civilizaţia noastră. Dar nu

putem fi siguri decît de faptul că marile revoluții tehnologice sînt, în prezent, de neanticipat. Perspectivele vehiculate de viitorologi consacrați balansează între doi poli : conceptul impunerii tehnologiei și varietatea asociațiilor de idei privind controlul în tehnologie. Indiferent care dintre ele vor deveni prioritare, avem datoria de a călăuzi imaginea tehnologiei dincolo de mecanismele publicitare, atribuindu-i un înțeles de profundă cunoaștere, care să nu fie o goală violență senzorială, o agresiune contra culturii ; dimpotrivă, să fie premisa pentru a conferi eficacitate gîndurilor ce călăuzesc prezentul și viitorul planetei noastre.

Tehnologia românească este veche de cînd omul sălășluiește pe meleagurile noastre, dar în evoluția ei istorică a fost de multe ori frînată de inegalitatea acționării factorilor sociali în Europa, impunîndu-se de cele mai multe ori, pînă nu demult, numai prin realizări singulare.

Dezvoltarea tehnologică românească s-a întemeiat pe creația proprie, îmbogățită cu împrumuturi de valoare ale altora, repetate și integrate în propria creație, și, în mod reversibil, s-a regăsit în creațiile altor popoare. Multe lucrări prestigioase au abordat evoluția tehnologiei românești din antichitate și pînă în zilele noastre în toată complexitatea și multitudinea de forme în care s-a exprimat și valorificat.

În acest sfîrșit de secol XX, cînd tehnologia poate determina chiar și schimbări în relațiile dintre state și cînd se reclamă o nouă ordine economică internațională în concepția acestor relații, România, beneficiind de o nouă orînduire socială, fiind preocupată de realizarea unor raporturi echitabile între state, și de favorizarea unui transfer tehnologic neîngrădit, s-a înscris în efortul mondial de atingere a unor tehnologii de vîrf prin lansarea „Programului-Directivă de Cercetare Științifică, Dezvoltare Tehnologică și de Introducere a Progresului Tehnic în Perioada 1981—1990 și Direcțiile Principale pînă în Anul 2000", precum și prin numeroase alte inițiative.

Istoria omenirii a evoluat pe măsură ce semenii noștri descopereau ce putea să le ofere natura, dar istoria noastră propriu-zis umană a început atunci cînd oamenii au descoperit că trebuie să se folosească de natură în vederea obținerii unor rezultate viitoare. Civilizația în-

cepea, însoțită curînd de descoperirea științei și tehnologiei. Un argument și un motiv puternic justificativ pentru a scrie o astfel de carte, în care am încercat să prezint evenimente mari și mici din istoria tehnologiei, care, în majoritatea lor, nu au pătruns larg în mijloacele de comunicare.

Ca și alte istorii, cea a tehnologiei trebuie să adopte o ordine cronologică. Dar, mai mult decît celelalte, ea se întinde pe cea mai largă marjă de timp. Desigur, că, pentru o asemenea prezentare, lucrarea s-ar fi organizat în numeroase volume și ar fi necesitat colaborarea unui număr mare de specialiști.

Scopul acestei cărți a fost, însă, altul. A prezenta momente evolutive dintr-o diversitate de domenii, într-un scenariu de fragmente care să-l delecteze pe cititor și, în același timp, să-l instruiască.

TEHNOLOGIA : ANUL UNU

Istoria tehnologiei începe cu momentul mic, pe deplin definit, al confecționării uneltelor, singularizînd abilitatea unică a omului.

„Omul este un animal care fabrică unelte", afirma, în 1778, Benjamin Franklin și el avea perfectă dreptate, căci dacă unele primate, ba chiar și unele animale recurg la întrebuințarea unor mijloace externe naturii lor, aceasta nu semnifică debutul tehnologiei. Omul și vocația sa tehnologică au început să coexiste o dată cu finalizarea procesului de gestație a conștiinței.

Atingerea unor performanțe remarcabile în tehnologiile de prelucrare a pietrei a implicat o continuare extinsă asupra oricărui tip de materie. Realizările tehnologice ale strămoșilor naivi impun respect. Reconsiderînd locul și momentul apariției lor, ele pot fi pe deplin comparate cu cele mai revoluționare realizări de astăzi. Un învățat al timpului spunea acum 200 de ani că : „Distanța nu contează, numai începutul e greu." Și astăzi mai pot fi văzute în folosință multe tehnologii vetuste alături de cele moderne, dar, mai degrabă, acest lucru indică o anumită sărăcie socială decît o similitudine a randamentului.

În trecutul îndepărtat și pînă aproape acum 200 de ani, evoluția tehnologică a muncii omului a fost subordonată unei organizări practice, influențînd lent sistemul social în care se desfășura. Tocmai de aceea apariția industriilor a urmat un itinerariu ocolit, schimbările fundamentale înregistrate fiind consecințele dezvoltării tehnologice.

O dată ce negustorul a înlocuit meșteșugarul și omul de știință pe inventator s-a produs și acea mutație socială în care educația a început să influențeze industria, devenind în zilele noastre antrenorul principal al progresului tehnologic. Timpul avut la dispoziție nu a fost

nici scurt, nici lung. Știința a avut de luptat pentru a-și impune prezența în școli și universități, iar școlile și universitățile pentru a-și impune rolul lor în uzine și fabrici.

Revoluția industrială a secolului al XVIII-lea a însemnat, de fapt, o nouă pornire de la zero a dezvoltării tehnologice. Consecințele penetrării acesteia în majoritatea industriilor a implementat schimbări fundamentale în organizarea industrială, caracterul industriilor vitale s-a modificat indubitabil sub impactul cu tehnologia. La început, inițiativa a aparținut cîtorva oameni de avangardă, care au abordat noi procedee tehnice și au dat credit la o serie întreagă de inventatori.

Cu toate că începutul revoluției industriale este atribuit anului 1760, cînd a fost pusă în funcțiune, în Anglia, prima moară cu abur, abia cel de-al treilea sfert de veac al secolului al XIX-lea a introdus schimbări esențiale.

Matematicianul englez Alfred N. Whitehead atribuia secolului trecut marea invenție : invenția metodelor de a inventa.

Tehnologia a introdus noi moduri de finanțare, în intenția de a ajuta remodelarea organizării industriei. Totodată ea a contribuit și la reducerea timpului de lucru.

În același timp, progresul tehnologic a provocat neajunsuri destule omenirii, dar este dificil de a aprecia calitativ și cantitativ rata avantajelor și dezavantajelor. Fără sens apare și întrebarea dacă au fost mai multe bucuriile sau necazurile prin inventarea de către Arkwright a mașinii de filetat ori de către Watt a mașinii cu abur.

A fost firesc ca destinul uman să fie influențat de cîștiguri și pierderi în termenii fericirii umane. În primul rînd s-a pierdut pentru vecie atmosfera patriarhală și s-a alterat frumusețea mediului înconjurător. Dar s-au micșorat simțitor distanțele de comunicare. Accesibilitatea conferită de către căile ferate și drumurile îmbunătățite a lărgit frontierele minții, prin ameliorarea învățămîntului față de ceea ce puteau oferi condițiile locale.

Revoluția industrială a adus mizerie multora care nu s-au putut adapta schimbărilor, dar a oferit majorității oamenilor un standard de viață ridicat față de cel pus la dispoziție de economia agrară. Dacă fabricile au furnizat, pentru un timp, condiții degradante muncitorilor, în special femeilor și copiilor, sub presiunea opiniei publice

şocate, acestea s-au îmbunătăţit. Exploatarea autocrată a muncii de către patroni a declanşat apariţia unei clase muncitoare organizate. Abrogarea conceptului de castă al claselor a condus la o nouă structură socială ce promovează dezvoltarea tehnologică, într-o nouă opţiune istorică.

Revoluţia industrială nu a însemnat numai o penetraţie a puterii maşinilor, ci şi a puterii sociale, fundamentînd un nou criteriu economic şi militar. Însă puterea, în sine, nu este nici bună, nici dăunătoare ; mai degrabă pare a fi măsura bunătăţii omului sau a stupidităţii sale. Dacă în această exprimare poate fi descoperit un truism, atunci este tocmai acela pe care omul, în plină eră a energiei nucleare, poate cu greu să-şi îngăduie a-l ignora.

A doua jumătate a secolului nostru a favorizat o schimbare substanţială a tehnologiei productive, dar nu şi cantitatea totală a bunului economic produs, introducînd noi consecinţe în evoluţia socială. Cetăţeanul tehnologic al planetei consumă anual cam tot atîtea calorii, proteine şi alte produse alimentare (deşi ceva mai puţine vitamine), foloseşte cam aceeaşi cantitate de îmbrăcăminte şi agenţi de curăţire, ocupă cam acelaşi spaţiu nou construit şi necesită cam aceeaşi cantitate de mărfuri transportate. Totuşi, hrana lui este obţinută acum pe suprafeţe mai mici de pămînt, dar cu mai multe îngrăşăminte şi pesticide ca înainte ; îmbrăcămintea lui conţine mult mai des fibre sintetice în loc de bumbac sau lînă ; spălatul îl face cu detergenţi sintetici, în detrimentul săpunului ; trăieşte şi lucrează în clădiri care conţin mult mai mult aluminiu, beton şi mase plastice decît oţel şi cherestea ; bunurile la care apelează sînt transportate tot mai mult pe şosele decît pe calea ferată ; bea lichide din sticle nerecuperabile şi din recipiente metalice mult mai des decît din sticle recuperabile sau din pahar ; trăieşte şi lucrează mult mai frecvent în clădiri cu iluminat artificial şi aer condiţionat şi parcurge cu automobilul propriu distanţe de două ori mai mari decît în 1950, conducînd vehicule cu pneuri sintetice şi motoare cu putere sporită acţionate de benzină cu tetraetil de plumb.

Aceste schimbări au provocat un şoc al tehnologiei în psihologia umană şi au contribuit la modificarea emblematicii. Astăzi, pentru majoritatea oamenilor, noua

tehnologie înseamnă calculatoare, automatizare complexă, energie nucleară, explorarea spațiului cosmic, crearea vieții artificiale. Acestea sînt tehnologiile frecvent acuzate de producerea disparităților întîlnite în era noastră tehnologică.

Iată deci că, referindu-ne la apariția tehnologiei, ea poate fi localizată și o dată cu confecționarea primelor unelte, și acum două sute de ani, o dată cu apariția inovației tehnologice, dar și în prezent, cînd problema constrîngerilor create de o bază economică largă rezidă în grave greșeli ambientale și într-un militarism exagerat, întîrziind atingerea nivelului de industrializare scontat.

Dar, ținînd seama că dezvoltarea tehnologică trebuie să fie o căutare a unor căi prin care tehnologia să poată exercita influențe în afara ei, putem considera toată perioada istorică parcursă pînă acum ca un debut al tehnologiei viitorului, căci atît în macrocosmosul spațiului, cît și în ultramicrocosmosul subcelular, oamenii de știință ai secolului XX au descoperit că fenomenele pot fi explicate numai cu ajutorul unor concepții radical deosebite privind structura materiei și mînuind o tehnologie care să se bazeze tocmai pe revoluția conceptuală a științelor.

Am ajuns la poarta unei revoluții fără precedent în știință și tehnologie. Dacă la început uneltele și teoriile noi au reliefat o tot mai mare complexitate, în prezent, în mod paradoxal, ele încep să dezvăluie unitatea și simplitatea legilor care guvernează materia. Viitorul tehnologic trebuie să ne pregătească să descifrăm mesajul Universului !

Într-o asemenea posibilitate, istoria tehnologiei poate admite situații de la un trecut fantastic pînă la un viitor extravagant.

POSIBILE TIMPURI FANTASTICE

Prima fotografie a fost realizată de Joseph Nicéphore Niepce în 1826, într-o manieră extrem de simplă. A preparat o suprafață impresionabilă, acoperind o placă de cupru cu un strat de bitum de Iudeea dizolvat în ulei de Dippel. Cuprul exista, bitumul de Iudeea aşijderea, iar uleiul de Dippel putea fi înlocuit de clorura de argint, deci un material disponibil. Placa de cupru putea fi substituită de pergament sau, ulterior, de hîrtie. Niepce nu s-a aruncat la noroc în această invenție ; mai mult ca sigur că şi-a aplecat atenția, intuitivă de altfel, asupra camerei obscure, al cărei principiu de funcționare era descris încă din secolul al XVIII-lea. Iată deci că, dînd aripi fanteziei, am putea să ne gîndim astăzi că dacă „materia primă" era deja cunoscută din timpuri mai îndepărtate, fotografia ar fi putut să apară cu mult înaintea... inventării ei. Continuînd această deducție, am putea spune acum că dacă „atunci" ar fi existat un reporter abil, specific zilelor noastre, astăzi am fi putut avea un instantaneu cu zîmbetul afişat de Jeanne d'Arc în fața Orléansului, la 8 mai 1429. Dar nimeni nu s-a gîndit mai inspirat la obținerea fotografiei pînă la acest ofițer în retragere...

Reflectînd în acelaşi mod, vom constata că cinematograful, inventat destul de rapid şi practic dintr-o „nebunie", la sfîrşit de veac al XIX-lea, era destul de perfecționat pentru a-l imortaliza în mişcare pe Napoleon, la 2 decembrie 1805...

Dar fonograful ? Primul, se pare, a fost inventat de un lucrător tipograf autodidact, Leon Scott din Martinville, în 1856, deci cu aproape 20 de ani înaintea lui Thomas Alva Edison ! O membrană acustică, un cornet, un vîrf metalic şi o suprafață imprimabilă, capabilă de a fi rigidizată tehnologic, şi aparatul era construit. La început, s-au folosit cilindri acoperiți cu negru de fum, însă ceara

dură se cunoştea de secole. Deci, astfel de cilindri ar fi putut exista foarte bine şi în China hanilor ! Închideţi ochii pentru o clipă şi în spatele pleoapelor veţi avea imaginea unificatorului Chinei, Shihuangdi (221 î.e.n.), fixîndu-şi vocea pentru eternitate ! Neexcluzînd progresul tehnologic, am fi putut audia astăzi şi vocea lui Caesar rostind celebrele cuvinte la trecerea Rubiconului, sau cuvintele grave ale lui Carol cel Mare...

Vehiculele cu abur ne oferă un motiv de meditaţie încă şi mai îndrăzneţ. Continuăm să învăţăm la şcoală de „oala" lui Papin, deşi prima maşinărie cu abur a fost eolipila lui Heron din Alexandria, ce funcţiona foarte bine în secolul al IV-lea î.e.n. Angrenajele cu roţi dinţate existau şi ele pe vremea aceea, după cum ne atestă mecanismul astronomic de pe *Antiquitera*. Pistonul ? El a fost inventat de alt fizician al şcolii din Alexandria, Ctesibios, şi atestat de pompa sa. Biela ? Este atribuită tot lui Heron. Combinaţi-le şi veţi avea o locomotivă. Închipuiţi-vă o cale ferată unind Alexandria cu Antiohia. Nu ar fi fost ceva imposibil, căci există un precedent : şanţurile din oraşele romane pentru căruţele cu pîrghie. Acel prim „Orient-Express" poate că ar fi schimbat cursul istoriei...

Dar despre primele pile electrice, inventate în secolul al III-lea î.e.n. — fără îndoială de către parţi, după cum atestă exemplarul aflat la muzeul din Bagdad — ce putem spune ? Nimic nu e miraculos ; electricitatea a fost descrisă pentru prima oară în secolul al VI-lea î.e.n. de către Thales, fiind apoi redescoperită în 1600 de englezul William Gilbert şi în 1650 de germanul Otto von Guericke. A trebuit să ajungem în secolul al XVIII-lea pentru a avea „butelia de Leyda" şi pila „Volta". Ne-am fi putut aştepta să avem curentul electric cu cîteva secole mai devreme ? ! Şi iarăşi coborîţi pleoapele, pentru a-l viziona pe Henric IV, un mare gurmand al epocii, salivînd în faţa unor pui fripţi într-un rotisor electric...

Coaja de copac a generat hîrtia şi lemnul a răspîndit cultura ce a adus invenţia tiparului ; cu mult înaintea lui Gutenberg, în China secolului al IV-lea exista deja hîrtia. Dar atunci de ce a întîrziat atît de mult apariţia presei ? Poate pentru că, Tiberiu a distrus atelierul în care romanii fabricau sticla incasabilă, de teamă ca să nu se deprecieze valoarea aurului şi argintului din tezaur ; Iu-

lius Caesar a fost primul care a dat foc bibliotecii din Alexandria, în care Ptolomeu Soter adunase peste 700 000 de papirusuri, adevărate comori de știință ; califul Oman a imitat isprava ignorantă a lui Caesar, în 641, oferind combustibil pentru încălzirea băilor Alexandriei ; împăratul chinez Qin Shi a ordonat, în anul 240 î.e.n., arderea tuturor cărților de astronomie și filozofie ; Diocletian, în secolul al III-lea î.e.n., a distrus toate manuscrisele care conțineau formule privind alchimia aurului, de teamă ca nu cumva să se folosească de ele cineva și să-și permită a cumpăra imperiul ; apostolul Paul a adunat în piața din Ephes toate cărțile care descriau lucruri curioase și neînțelese și le-a dat foc ; călugării irlandezi au încins focul cu scoarțe de copac acoperite cu caractere runice, veritabile documente depozitare ale tradițiilor și evenimentelor popoarelor celtice ; misionarii spanioli ai secolului al XVI-lea au incinerat multe din manuscrisele găsite la populațiile din Yucatan ; călugării budiști au remodelat în gips cele 3 statui gigantice descoperite în localitatea Bamian, la nord-est de Kabul, făcîndu-le să pară statui ale lui Buddha — s-a emis ipoteza că statuile reprezentau oameni veniți de pe Venus, deoarece, într-o grotă din Kohistan (Pakistan), s-a descoperit o schiță astronomică în care planeta respectivă era legată de Pămînt cu o linie ce ar fi putut indica o cale aeriană. Prin distrugerea atîtor documente inestimabile s-au pierdut și numeroase formule și explicații tehnologice.

Robert Charroux ne invită să revedem piramida lui Keops, ale cărei blocuri enorme — 15—100 de tone — sînt ajustate la sutime de deget — măsură egipteană — în timp ce construcțiile moderne — pietre de 300 de ori mai ușoare — abia dacă pot fi ajustate la diferențe de 10% dintr-un deget. Dar pietrele piramidelor sînt minuscule pe lîngă blocurile peruviene de la ,Sachsahuaman, Machu Pichu sau Ollantay Tambo. Dimensiunile lor, precum și faptul că au fost asamblate fără mortar și crampoane, impresionează și astăzi sensibilitatea tehnologică a speciei.

Este probabil, ba chiar aproape sigur, că au existat și în alte vremuri descoperiri tehnice și științifice care nu au ajuns pînă la noi, fiind suprimate de uitare și ignoranță. Ipotetic, putem spune că nouă din zece invenții ar fi existat cu secole înainte. Multe dintre ele au fost

lipsesc paginile
18-19

New York, la Boston, la Philadelphia și în celelalte orașe afectate sisteme energetice de rezervă, pentru a preîntîmpina astfel de situații nedorite ?

La 15 noiembrie s-a anunțat că de vină fusese ruperea unui releu la centrala de la Queenstone, Ontario, ce făcea parte din sistemul hidroelectric al Niagarei. Ruptura provocase o puternică descărcare de curent în sistemul de distribuire a energiei din nordul statului New York, iar centralele din acest sistem nu fuseseră capabile s-o absoarbă. Și iată cum americanii au fost din nou șocați de faptul că iluminarea unei mari părți a țării lor depindea de un singur fir. Dacă se ajunsese la asemenea situație însemna că ceva nu era în regulă. Era de vină interconectarea sistemelor de distribuție ? Sau, din contră, accidente de acest fel mai puteau urma, pentru că nu exista un sistem național de distribuire a energiei electrice controlat de stat ?

Companiile de electricitate au tins să-și asigure monopolul în fiecare parte, dar cum companiile locale s-au înmulțit după 1920, s-a găsit că este mai avantajos să se interconecteze uzinele individuale, astfel ca ele să-și livreze una alteia, atunci cînd excedentul o cerea, energie pentru o perioadă limitată. Guvernul a urgentat, în timpul și după cel de-al doilea război mondial, gruparea a 3 600 de uzine în grupuri mai mari, iar din 1964, Comisia Energetică Federală a solicitat ca toate sistemele să fie interconectate într-un sistem național. Din 1965, 97% erau grupate în 5 mari sisteme, dintre care unul deservea zona afectată. Ceea ce s-a petrecut a fost că o linie de transport spre Canada, încărcată aproape de capacitatea maximă, a declanșat, neașteptat, releul de siguranță al unui circuit telefonic. Sarcina a fost automat cumulată spre alte 4 linii, dar și acestea erau încărcate la capacitatea maximă, declanșînd și releele lor de siguranță. Rezultatul a fost că 1,7 milioane de kilowați au fost imediat comutați pe liniile americane, provocînd o reacție în lanț în întregul sistem. Multe uzine au fost automat scoase din funcțiune și a trebuit mult timp — între 10 și 12 ore — pentru a restabili întregul complex. Incidentul a generat mari controverse asupra tehnologiei de sistem a rețelei electrice.

S-au conceput zeci de scenarii pe tema izolării imprevizibile de restul lumii a unui individ sau a mai multora.

Începînd cu Johanthan Swift și continuînd cu Kellermann și Berger, nenumărați scriitori au imaginat eroi puși în situații de reconstituire a civilizațiilor din care au fost smulși. Dar realitatea depășește uneori ficțiunea. „Simultanul" din 9 noiembrie, pentru 30 de milioane de personaje, răspîndite pe un teritoriu egal cu suprafața României, a constituit dovada. Panică nu a fost. New york-ezii nu și-au pierdut cumpătul. Cei din subteran au început un straniu pelerinaj, căutînd drumul spre suprafață, iar cei rămași pe platforma etajului 86 al lui Empire State Building, o amestecătură de americani, francezi și spanioli au preferat să fredoneze toată noaptea *La Marseillaise*. S-au escaladat mai multe trepte decît într-un an de viață normală.

Hotelurile și holurile lor, bisericile și scuarurile, stațiile de metrou și locurile adăpostite s-au transformat în dormitoare comune. În restaurante s-a dat ordin să nu se vîndă băuturi alcoolice, dar dispoziția nu a „ajuns" la urechea tuturor patronilor. La lumina „old" a lumînărilor s-a benchetuit pe cinste ! În unele localuri s-a servit și pe gratis ! Nu din filantropie, ci fiindcă, oricum, alimentele aflate în frigidere s-ar fi stricat. Prețul lumînărilor a urcat vertiginos la 5 dolari bucata, amintind că orice tehnologie revoluționară își are originea exact acolo de unde a plecat. Pe Broadway n-a mai putut avea loc premiera piesei *Zulusul* și *Zayda*, în timp ce un mic teatru „off Broadway" și-a prezentat spectacolul la lumina lumînărilor în fața a 7 spectatori. La Carnegie Hall, Horowitz, surprins în plină *Poloneză* de Chopin, a continuat pe întuneric, fără nici o ezitare. La spitalul Bellevue, o delicată transplantare de cornee s-a încheiat cu bine la lumina unor reflectoare acționate de baterii. Ca prin farmec, la intersecții au apărut agenți de circulație improvizați : polițiști în uniformă și polițiști în civil, cetățeni binevoitori care dirijau automobilele cu ajutorul lanternelor, brichetelor etc. Pe Sixth Avenue, într-o intersecție, agentul de circulație era un călugăr franciscan îmbrăcat într-o rasă cafenie. Deși zvonul izbucnirii războiului se prelingea molipsitor printre cetățeni, ca și alte asemenea baliverne, răufăcătorii n-au putut profita excesiv de întuneric. Marile aeroporturi internaționale Kennedy și La Guardia au fost închise, deoarece nu dispuneau de surse de lumină pro-

prii. Telefoanele au mai funcționat o vreme, apoi au tăcut și ele. Și la O.N.U. activitatea a fost suspendată. Statuia Libertății strălucea izolată în întunericul dezlănțuit — ea primește lumină din New Jersey, ce nu fusese afectat de marea pană. Toate ceasurile din Manhattan au pornit exact la 5 și 28 de minute, adică exact după 12 ore, dar revenirea la normal a fost mai dificilă. Și atunci, ne aducem aminte de acel strigăt deznădăjduit : „Hei, ce se întîmplă aici ?", al pilotului de pe *Jumbo Jet*-ul care a pulverizat 101 de victime în catastrofa din decembrie 1972 din Florida. Aceste cuvinte au revenit pe buzele tuturor în sutele de cazuri în care șocul social indus de tehnologie a provocat o legitimă întrebare : Cum o utilizăm ?

Oamenii au învățat că tehnologiile, despre care știm cîte ceva, generează situații hazardate pe care ei nu le înțeleg sau, mai bine zis, nu le pot concepe. Astfel ei încep să schimbe informații pe canalele mass media, formulează păreri și prezintă propuneri despre felul cum ar putea fi îndepărtat un eventual pericol. În acest fel, șocul social poate deveni foarte mare.

Pentru mulți „spectatori la fața locului", dezintegrarea dirijabilului *Hindenburg*, în 1937, la Lakehurst, New Jersey, care a provocat 36 de victime, poate fi similară cu un asemenea șoc. Evenimentul mai constituie încă o barieră psihologică în utilizarea hidrogenului ca combustibil. Probabil, primul șoc real îl provocase naufragiul *Titanicului*, care la vremea aceea constituia o culme a 100 de ani de progres tehnologic și descoperiri științifice. Considerat insubmersibil, transatlanticul s-a ciocnit de un iceberg, în primul său voiaj, și a deversat în ocean 1 517 pasageri, printre care se aflau și unele personalități notabile ale epocii. Tragedia *Titanicului* a condus la îmbunătățiri ale securității navigației, ca de exemplu mai multe bărci de salvare — ultima realizare în domeniu fiind experimentarea, cu succes, în R. F. Germania, a unei bărci nescufundabile ce poate fi catapultată în orice poziție de pe vas — și a constituit o reținere pentru mai bine de 40 de ani în realizarea unor nave comerciale gigant, pînă cînd dezastrul lui *Torrey Canyon* avea să deschidă un nou capitol.

CĂRĂRI PIERDUTE ? CĂRĂRI REGĂSITE ?

Vara lui 1974. Pe aeroportul din Cairo aterizează un avion al companiei *Pan Am*. În el, o echipă de cercetători de la Universitatea statului Michigan, sosiți în capitala egipteană pentru a radiografia mumiile faraonilor. Un amalgam de nopți și zile, de tehnică și inteligență și o concluzie detonantă : faraonii nu aparțineau tribului nubian, băștinașii vechiului Egipt !

Siberia. În apropierea orașului Vladimir, cîțiva cercetători sovietici sînt uimiți de ceea ce dezgroapă : un ac de os, pentru cusut, vechi de 27 000 de ani !

Nevada. Profesorul Luther S. Cressman, de la Universitatea statului Oregon, descoperă, în peștera Lamos, 200 de perechi de sandale împletite, ceva în genul celor ce se poartă astăzi la Miami sau St. Tropez. Vîrsta : 9 000 de ani ! Oricum, de sandale nu ducem lipsă ; ba, chiar ne putem lăuda și cu modele anterioare ! Într-un zăcămînt carbonifer, tot de prin Nevada, amprenta unui asemenea model conține și detalii vizibile ale împletiturii. Proprietarul a trecut pe acolo cam acum vreo 15 000 000 de ani ! Și totuși, colegii noștri, arheologii, nu ne dau mai mult de 2 000 000 de ani. Ale cui sînt urmele ?

Peru. Conchistadorii spanioli îi predau viceregelui Don Francisco de Toledo un cui de fier, lung de 18 cm. Dotat, din familie, cu o cultură apreciabilă, acesta îi estimează „incubația" la cîteva zeci de mii de ani și-l păstrează ca „souvenir". Al cui era cuiul ?

Numărul din 24 decembrie 1851 al ziarului londonez *Times* relatează descoperirea, într-o bucată de cuarț aurifer — provenind dintr-un zăcămînt californian — a unui cui cu o floare perfect rotundă !

Din nou în Nevada. În anul 1865 a fost dezghiocată dintr-o bucată de feldspat, extras de la Abbey Mine, o

bucată de metal, de aproximativ 2 inch (0,05 m), ce nu oxidase, deşi trecuseră milioane de ani de la elaborare. Putem vorbi de oţel inoxidabil ? !

Utah. Săpîndu-se o nouă galerie într-o mină de cărbuni de la Wattis, au fost descoperite mai multe tuneluri din vremuri necunoscute. Cine se ocupa cu mineritul, dacă amerindienii nu cunoşteau această îndeletnicire ? !

Lesotho. La Ngwenya, s-a găsit o mină de fier ce a fost exploatată acum 43 000 de ani. De cine ?

O ţeastă de zimbru, veche de 200 000 de ani, rînjeşte din glodul neantului, avînd osul frontal străpuns de un glonte ! Păi, parcă pe atunci nu se inventase nici măcar arcul !

Pe malul stîncos al unei rîpe de lîngă Alice Springs, în inima Australiei, Michael Terry descoperă imaginea unui „păstor", înalt de 2 m şi purtînd mitră pe cap. Ne surprinde tehnica de realizare total diferită de maniera aborigenilor indigeni.

Italia, 1959. Într-o mină de cărbuni a fost descoperit un schelet fosilizat de om, a cărui vîrstă s-a estimat la peste cîteva milioane de ani. Cine să fi fost fericitul posesor ?

Denis Saurat identifică în marele calendar de piatră de la Tiahuanaco, America de Sud, capete de toxodoni, animale preistorice dispărute acum cîteva zeci de milioane de ani. De unde provin ?

Aceste descoperiri izolate şi interpretabile constituie puncte de probabilitate cu privire la existenţa unor alte civilizaţii pe acest pămînt.

Cum să interpretăm transportul blocurilor de porfir, de 200 de tone, de la Ollantaytambo şi Ollantayparubo din Peru, la distanţe incomensurabile, traversînd munţi şi trecători, pentru a fi aşezate pe vîrfurile altor înălţimi ? Ce să mai zicem de blocurile de fundaţie, de aproximativ 100 de tone fiecare, aflate la Tiahuanaco, Bolivia, pe care au fost ridicate clădiri uriaşe, deşi se află la 2 200 m deasupra mării ?

Mai lîngă noi, urmele preistoricilor locuitori se păstrează în megaliţii de la Stonehenge (Scoţia) sau în dolmenii şi menhirii ce se înalţă pe şesurile bretone, dintre care unul cîntăreşte peste 340 de tone şi este înalt de 20 m. În Asia Mică, giganticele prisme de la Baalbek, Liban,

atîrnă peste 2 000 de tone fiecare, în timp ce blocurile submarine din Bimini (Bahamas) atrag atenţia scufundătorilor, sugerînd un bastion marin.

Beneficiind de tehnologii de identificare din ce în ce mai sofisticate, arheologii au obţinut noi date pentru zorii civilizaţiei, dar nu au dat nici o explicaţie privitoare la transportul structurilor gigantice. Cine, de ce şi cu ce a înălţat la verticală apocalipticele roci ?

Edgar Cayce, un „vindecător" care a murit în 1944, supranumit şi „profetul adormit", pentru subconştientele imagini pe care le descria în transă, a sugerat un transport prin levitaţie. Desigur, menhirii, ca şi statuile din Insula Paştelui au conectat explicaţiile la cele mai fanteziste soluţii, dintre care nu pot lipsi intervenţiile extraterestre şi existenţa Atlantidei. Cam ce „vedea" Cayce la atlanţi ?

Nici mai mult, nici mai puţin, decît surse nucleare, lasere şi masere, folosite în aceleaşi scopuri ca şi astăzi. Adică erau capabile să producă iluminare, căldură şi comunicaţii. Alimentau dispozitive gen radio, televizoare, erau utilizate pentru transmiterea la distanţă a fotografiilor şi pentru transplant şi geriatrie, inclusiv operaţii pe creier. Dar mai interesant ni se pare faptul că le întrebuinţau pentru a controla şi disciplina clasele sociale. Totuşi, uzînd în mod abuziv de forţele naturale şi printr-o discordie civilă sau de altă natură, atlanţii au dezlănţuit forţe necontrolabile care le-au cauzat distrugerea. Nu este numai „visul" lui Cayce, ci şi credinţa generală irizată în legendele majorităţii vetustelor civilizaţii.

A existat, oare, Atlantida ?

Acum 5 ani, o expediţie sovietică capta imagini submarine între Portugalia şi insula Madeira. Într-una din fotografii se disting clar resturile unor construcţii artificiale.

Aceste rebusuri în piatră, lemn, bronz sau oţel conţin mesaje pline de semnificaţii, greu de explicat prin posibilităţile tehnologice ale civilizaţiilor care le-au elevat şi, de aceea, se poate sugera responsabilitatea unei civilizaţii dezvoltate înainte de primele culturi din Egipt şi Sumer. Liantul acestei ipoteze îl constituie sinonimia multora dintre ele, cu toate că zonele de exprimare sînt distanţate la zeci de mii de kilometri. Pretutindeni în lume, legendele au fost animate de enorme ruine, a căror construcţie nu

a putut fi explicată inginerește, exceptîndu-se posibilitatea unor tehnologii avansate. Genealogia ordonată a istoriei este tot mai mult contestată, dar „nimeni nu trebuie să facă ceea ce vrea cu istoria culturii numai pentru că datele despre Stonehenge și alte monumente megalitice din Europa pot fi anterioare celor care au fost stabilite", spune Eisley, de la Universitatea din Pennsylvania.

Cînd a apărut viața pe Pămînt ?

Dată fiind tema acestei cărți, merită a fi amintită una dintre ultimele ipoteze și, în același timp, cea mai senzațională de pînă acum. Cyril Ponnamperuna, de la Universitatea din Maryland, S.U.A., afirma acum 4 ani că începuturile vieții pe planeta noastră trebuie datate cu 400 000 000 de ani mai devreme decît se considera pînă atunci : aproximativ 3 800 000 000 de ani. Afirmația era fundamentată pe descoperirea, de către Manfred Schidlowski de la Institutul *Max Plank* din Mainz, R. F. Germania, de carbon biologic într-o rocă sedimentară degajată de geologii danezi în regiunea Isua, din Groenlanda. Deja la începutul deceniului 8, oamenii de știință descoperiseră vestigii ale vieții în roci sedimentare vechi de 3,3—3,4 miliarde de ani, găsite în Canada și Africa de Sud. Echipa de la Mainz identifica în continuare carbon redus și produse de descompunere a clorofilei. Concomitent, Elso Barghcorn, de la Harvard, depista urme de microfosile. Profesorul Schidlowski concluziona originea biologică a rocii groenlandeze, neexcluzînd posibilitatea unui proces necunoscut.

Dar vîrsta Pămîntului, cam cît ar fi ? 10 miliarde de ani, spun sovieticii, după ce au examinat rocile unui munte de lîngă Monkegorsk, în peninsula Kola !

Dacă stăm bine să ne gîndim, în două secole Terra a îmbătrînit cu aproape 9 miliarde de ani ! Naturalistul francez Buffon se hazardase primul în completarea datei de naștere a planetei, stabilind-o la 35 000 de ani și plasînd apariția vieții pe Pămînt cu numai 15 000 de ani în urmă. Oricum, un verdict competent, mult mai rațional decît convingerile supușilor reginei Victoria, după care Pămîntul și omul ar fi fost creați cu exact 4004 ani înaintea erei noastre. 25 de ani mai tîrziu, lordul Kelvin mai adăuga 10 000 000 de ani. Perfecționarea metodelor radioactive de investigare au ridicat vîrsta globului la 4 600 000 000 de ani.

Atunci, dacă potențialul de inteligență se estimează la 40 000—50 000 de ani, sau chiar mai mult, și dacă considerăm că o civilizație ca a noastră are nevoie de 10 000 ani ca să ajungă la un summum tehnologic de autodistrugere, înseamnă că, ținînd cont de vîrstele matusalemice citate și de faptul că strămoșul nostru devine, pe zi ce trece, un „pensionar" multimilionar, de ce să nu admitem posibilitatea ca, înaintea noastră, să fi existat una ori mai multe civilizații ?

Oricărei mulțimi ordonate tehnologic i se poate atribui dezvoltarea, prin șansă sau premeditat, a fisiunii nucleare, iar la un moment dat, decizia asupra unor mijloace de control și supraveghere sau a riscului autodistrugerii prin cine știe ce subprodus toxic al tehnologiei ori prin pierderea interesului față de tehnologie. Dacă cel puțin o astfel de civilizație a funcționat anterior și s-a autodistrus, memoria sa ar putea fi indicată de legende sau lucruri anacronice lipsite de o vîrstă certă, dar și prin ruine enorme imposibil de definit sau explicat.

„Nu ne concentrăm numai asupra marilor temple și palate. Sîntem interesați de toată populația și de socialeconomia acestor așezări", afirmă arheologul american Williams Coe. Deci, atenție, din punct de vedere organizatoric nu numai anvelopa socială în care trăim astăzi poate asigura adăpost unui Einstein, ci și curtea imperială a lui Augustus !

Am făcut primii pași în afara planetei avînd capsulată în suflet speranța civilizațiilor avansate din Galaxie. „În același spirit, i-am încredințat lui *Voyager* gîndurile și emoțiile unui individ... Într-un fel, am lansat în Cosmos gîndurile și emoțiile unei ființe umane, într-o zi de iunie 1977, pe planeta Terra. Cu condiția ca o civilizație mai evoluată decît ne imaginăm să descifreze aceste gînduri și emoții și să aprecieze efortul nostru de a i le împărtăși..." Sînt cuvintele lui Carl Sagan, profesor de astronomie la Universitatea *Cornell*, S.U.A. și colaborator la N.A.S.A.

Mulți visează, puțin cunosc. Scopul mărturisit al cercetărilor spațiale este, într-adevăr, legat de depistarea inteligențelor extraterestre, dar contactele nu trebuie căutate numai în viitor ci și în trecut. Am plecat în Cosmos pentru a ne găsi trecutul și a ne gîndi viitorul.

Umblăm după comunicare, dar nu o dată efortul seamănă dezamăgire. Poate că, pentru o civilizaţie mult avansată, tehnologia undelor electromagnetice este abandonată de mult. Carl Sagan spune altfel : „Există civilizaţii care au descoperit legi ale naturii şi au realizat tehnologii pe care noi nu le-am putea deosebi de magie. Ne putem întreba în modul cel mai serios, dacă astfel de civilizaţii ar fi interesate de comunicarea cu noi. Noi nu ne omorîm să comunicăm cu bacteriile şi alte fiinţe unicelulare. Studiem microorganismele, dar nu comunicăm cu ele. Ne-am putea trezi în situaţia unor băştinaşi din văile Noii Guinee care comunică prin bătăi de tobă sau prin mesageri, fără a avea cea mai vagă idee despre nenumăratele semnale radio care îi înconjoară..."

Legendele Egiptului, Sumerului, civilizaţiilor precolumbiene din America de Sud, subcontinentului indian fac o referire clară la o mare civilizaţie anterioară, din care s-au tras. Cele mai multe à propos-uri vizează maşinile de zbor mai grele ca aerul. Un număr mare de artefacte, descoperite şi reexaminate, reliefează o familiarizare cu zborul şi cu transportul aerian într-o perioadă cu mult înainte de ceea ce numim noi începuturile istoriei. Ele nu pot fi comparate cu referirile mitologice la Dedal sau Icar, din contră, ele demonstrează concrete cunoştinţe de aerodinamică, propulsie, bang sonic sau aterizare.

În colecţia de obiecte antice din aur a Columbiei există o formă a ceea ce a fost considerată multă vreme o pasăre, un fluture, ori un peşte zburător. A fost găsită într-un mormînt, împreună cu alte obiecte, cu o vechime estimată la mai mult de 1 800 de ani. Ivan Sanderson, bănuind că nu ar fi vorba de o exprimare artistică a unei vieţuitoare, a aşezat-o sub lentilele microscopului. Imaginea a evidenţiat o asemănare izbitoare cu un avion cu aripi delta, cu cabină, ampenaj şi eleroane. Obiectul a fost cercetat şi de cîţiva piloţi şi ingineri, printre care s-a numărat şi J. A. Ulrich, un pilot cu mare experienţă, ce a luptat în cele două războaie mondiale, şi un profesor de aerodinamică. Cînd au fost întrebaţi ce reprezintă, Ulrich, necunoscînd proveniența sa, ori că fusese anterior considerat un model de pasăre, insectă sau peşte, a răspuns că, în primul rînd, pare a fi un model stilizat al avionului de vînătoare *F-102*. Ba, mai mult, a remarcat lipsa elevatoare-

lor din spate ca fiind similară exemplarului suedez *Sabre*. Observaţiile sale subliniau şi capacitatea unui astfel de vehicul de a zbura în aer şi a naviga şi sub apă.

Dar acest „avion" nu constituie unica curiozitate tehnologică arhaică. Mormintele precolumbiene au dat la iveală şi alte exemplare, unele chiar cu 2 rînduri de aripi. Şi cîte oare, la fel de curioase şi ilustrative pentru mecanica preistorică, nu au fost distruse de invazia iberică ?

Uriaşele depozite arheologice ale Egiptului faraonic au incitat aşijderea imaginaţia cu mostre surprinzătoare de aparate de zbor mai grele decît aerul. Diferite de „avioanele" din aur găsite în Columbia, aici, peste o sută de meridiane, ele au fost confecţionate din lemn, clima uscată a deşertului conservîndu-le pentru noi. Simulînd nişte planoare, ele au fost considerate, multă vreme, modele stilizate de păsări. Dr. Khalil Messiha a descoperit şi cercetat, în 1969, un astfel de model care, departe de a reprezenta o pasăre, poseda caracteristici ale unui monoplan contemporan. Deriva verticală, fuselajul ascuţit, curbura aripilor, unghiul diedru de atac necesar portanţei demonstrau ample cunoştinţe de aerodinamică. Şi, ceva extraordinar, după mii de ani, „aeroplanul" era capabil să planeze prin catapultare manuală. De cînd savantul egiptean a demonstrat că anvergura aripilor unor modele de păsări găsite este similară cu cea a avioanelor *Caravelle*, au fost identificate şi alte exemplare care, din 1972, au fost reunite într-o expoziţie la Muzeul de antichităţi din Cairo.

Nu se poate şti dacă aceste obiecte au fost inventate sau preluate de la alte culturi mai vechi. Oricum, sînt de aşteptat şi alte modele în cupele excavatoarelor care frămîntă deşertul.

Reprezentările „artistice" furnizează şi ele probe tangibile ale unei capacităţi tehnologice de aeronautică, ambigue, aparţinînd trecutului îndepărtat. Un exemplu specific îl constituie reconsiderarea desenului de pe placa ce acoperă sarcofagul descoperit în piramida de la Palenque, Mexic.

Sensul atestat prezenta o autoritate maya, urcată într-un copac, care vorbeşte cu un monstru. Scriitorul sovietic Alexander Kazanţev a sugerat o explicaţie revoluţionară. El crede că figura culcată este închisă în cabina

retușată a unui vehicul spațial, comparabil, ca construcție și design, cu cele de astăzi. Nu numai poziția contorsionată a „pilotului" ne surprinde, dar și toate aspectele indicatoare ale antenei, sistemului de direcționare, panoului de comandă, rezervoarelor de combustibil, camerei de ardere, turbinelor, ajutajului de evacuare a gazelor. Absolut toate aceste prezențe tehnologice sînt ușor de identificat, deși gravura are modificări de ordin estetic.

În august 1973, astronauții de pe *Skylab 3* au fotografiat liniile din Valea Nazca, din Peru, foarte vizibile din spațiul cosmic. Sute de kilometri pătrați de cîmpie sînt acoperiți de linii și figuri geometrice, înfățișînd animale și păsări. Surprinzător este faptul că ele devin vizibile numai de la o înălțime de cel puțin 330 m. Ce semnificație să fi avut aceste enorme urme săpate în rocă sau scobite în pămînt, în timpuri nedefinite ?

Anul 1939 aducea în zonă o expediție andină pornită în căutarea unor noi resurse hidrologice. Agronomul Paul Kosok făcea parte din ea. Liniile marcante, considerate canale de irigații, acoperite de pămînt, din perioada preincașă, dispăreau în fața obstacolelor naturale și reapăreau mai departe într-o continuitate geometrică riguroasă. Verificînd ulterior schița cartografică pe care o alcătuise, Kosok a remarcat că, pe lîngă liniile geometrice, figurau de asemenea, imagini de animale și simboluri abstracte. Fotografiile, luate ulterior de aviația militară peruană, au trezit în mintea arheologilor cele mai năstrușnice ipoteze. Se putea recunoaște facil imaginea unui condor, a unor reptile, spirale, flori, un rechin, un păianjen și o maimuță. Pe sol, desenul unor triunghiuri, trapeze și lungi linii paralele extindeau posibilul model al unei grile.

Cosmodrom în pampa ? ! Neexistînd legende locale despre aceste „ilustrate" aeriene, ne-am apucat noi, oamenii acestui secol, să le interpretăm cu ajutorul cunoștințelor de pînă acum. Deși, în 40 de ani, teoriile asupra originii lor s-au stivuit în tezele cercetătorilor, un singur lucru este pînă acum acceptat, și anume : au fost făcute de „unii" care stăpîneau „religia" trigonometriei.

Maria Belli de Leon afirmă că enigmaticele desene au fost realizate ca urmare a instrucțiunilor date de la înălțime de către locuitorii unei alte planete ! Dar dacă

desenele au fost executate de băştinaşi, preincaşi sau nu, pentru a fi observate de la înălţimea zborului unui balon fabricat chiar de ei ?

Cînd, în octombrie 1973, Woodman a vizionat pentru prima oară, din avion, grila de la Nazca, în minte i-a încolţit ideea inutilităţii acestor gigantice opere de artă, dacă însuşi autorul lor nu le-ar fi putut privi. În sprijinul ipotezei sale, că acel ce le-a executat ar fi trebuit să se fi aflat şi el la mare altitudine, a adus datele culese despre ritualurile primitive ale baloanelor cu fum, practicate şi astăzi la sărbătorile religioase de către amerindienii sud-americani, aflaţi „departe de lumea dezlănţuită" a civilizaţiei noastre. El a studiat şi istoria şi preistoria acestor baloane, pornind pe urmele relatărilor jefuitorilor de morminte peruani despre vechi imagini ale unor baloane cu aer, scrijelite pe pietre funerare sau gravate pe vase de lut. Aşa a descoperit că ţesătura giulgiurilor din mormintele locale rezistă la testele de laborator, în vederea utilizării lor ca material de confecţionare a baloanelor. După aceste mostre a realizat balonul *Condor I*, căruia i-a ataşat o nacelă din papură de totora, împletită de băştinaşii de pe o insulă a lacului Titicaca, materie primă din care incaşii îşi confecţionau bărcile.

La finele lui '75, balonul era gata, avînd o nacelă pentru două persoane. Umplut cu 2 500 m^3 de aer cald, *Condor I*, fabricat după modele străvechi, i-a ridicat la altitudinea de 330 m pe Voodman şi copilotul său, recordmanul britanic la zborul cu balonul, Jullian Nott, purtîndu-i muţi de uimire deasupra incredibilului labirint. Zborul a demonstrat viabilitatea legendelor indienilor americani. Teoria lui Woodman indică certitudinea folosirii baloanelor la ritualurile funerare ale regilor. Cu ajutorul lor, îşi trimiteau spre Soare conducătorii, aşa cum zeul lor legendar Viracocha trebuie să se fi reîntors în astru. Astfel, miticele desene de la Nazca nu ar constitui altceva decît o uriaşă scenă a unui straniu cult al morţilor.

După cîţiva ani, Michael DeBakey, fiul celebrului cardiolog american, reeditează experimentul, în aceleaşi condiţii.

Ce-aţi spune dacă aţi afla că, la mii de kilometri, în San Salvador, au fost descoperite vase de ceramică din secolul al XI-lea pe care se pot observa oameni zburînd

într-un dirijabil ? ! Sau că, lucru știut, iezuiții au folosit, la rîndul lor, asemenea baloane în explorările prin America Latină a secolului al XIV-lea ? Nu s-a putut stabili, deocamdată, nici o legătură cu „civilizația" Nazca. Deocamdată...

Vest-germana Maria Reiche, „doamna pampei", cum a fost denumită, și-a petrecut ani frumoși în această zonă aridă. Alăturîndu-se părerii altor cercetători, ea consideră că „țesătura" de la Nazca a fost urzită de pe sol și reprezintă un fel de hartă solară cu scopuri agricole. Maria Reiche e convinsă că marea maimuță reprezintă constelația Orion. Luis Mazzotti, astronom, crede că pot fi identificate și alte constelații în imaginile păianjenului, păsării colibri și altele. De altfel, mitologia preincașă socotea stelele ca fiind locașurile zeilor și că aceștia descinseseră din constelația Pleiadelor. După părerea cercetătoarei, măsura de bază pentru trasarea desenelor a fost de 33 cm, folosită de babilonieni în construirea arcei lui Noe și de egipteni, la piramide. Figurile cele mai mari, care au pînă la 350 m lărgime, au fost trasate prin unități de măsură avînd ca bază multiplii cifrei 2, afirmă Reiche.

Dacă oficialitățile științei resping ideea ființei unui cosmodrom, diverse glasuri, și nu dintre cele mai puțin competente, susțin că și teoriile agricole ale Mariei Reiche sînt departe de realitate.

Să mai rămînem puțin în Peru. În Golful Pisco există o stîncă pe care zace, gravat, un trident enorm sau un candelabru, după posibilitatea interpretării, pe care spaniolii, zărindu-l de pe mare, l-au interpretat ca pe un semn al sfintei trinități, menit a le încuraja expediția. Brațul central al tridentului este îndreptat direct spre valea Nazca, ca și cînd ar fi un indicator pentru aterizarea avioanelor, ale căror modele din aur ne extrag uimirea din suflet.

Întregul continent american este plin de semne și de enorme figuri, cum ar fi chipurile humanoide din deșertul chilian Tarapaca, labirintul indienilor Navajo din California, movilele în formă de elefant și șarpe din Wisconsin, și multe altele.

„Nu există pe lume hărți ca acestea..." Sînt cuvintele lui Piri Reis, comandant al flotei otomane în prima jumătate a secolului al XVI-lea dar neremarcat de istorie.

Printre lucrurile ultimului sultan al Turciei, era descoperită, în 1929, de către arheologul turc Halil Eldem, o jumătate a unui mapamond, identificată a fi aparţinut amiralului Piri. Ea datează din anul 1513 şi conţine 26 de însemnări marginale, dintre care 4 privesc direct extremitatea sa sudică. Prima comunicare o face, în 1931, germanul P. Kahle, iar Societatea Turcă de Istorie o publică în anul 1935. În 1957, americanul Arlington Mallery ajunge la concluzia că pe ea se evidenţiază clar adevărata coastă a Antarcticii, ca şi cînd nu ar fi acoperită de calota glaciară. O examinare a probelor de pămînt luate în vecinătatea Mării Ross arată că continentul este „placat" cu gheaţă de minimum 6 000 de ani. În 1960, sovieticii L. Vasilevski şi L. D. Dolguşin au susţinut afirmaţia lui Mallery, recunoscînd pe hartă chiar şi Ţara Reginei Maud din jurul Polului Sud. Studiind harta pe baza unui sistem ales de coordonate de referinţă, în timpul primului An Geofizic Internaţional, un grup de cartografi americani au descoperit o reţea pe care, aplicînd-o, au reuşit să transpună harta în sistemul obişnuit de proiecţie. Senzaţie ! Întîiul desenator al hărţii avea cunoştinţă de sfericitatea Pămîntului, ba chiar s-a imaginat stînd într-un punct din spaţiu, deasupra planetei, prelucrînd de acolo, minuţios, toate detaliile. Contururile răsăritene ale dublului continent american erau surprinzător de aproape de realitate, într-o epocă cu multe pete albe. Între altele, pe hartă pare a figura un lanţ de munţi antarctici, descoperiţi abia în 1952.

Pornind de la aceste constatări, perioada căreia i se putea atribui paternitatea de concepţie a unui cartograf de mare valoare s-a estimat la 10 000 de ani, în timpuri adjudecate atlanţilor şi celebrei lor culturi.

O altă hartă, a regelui James, din 1502, ne prezintă deşertul Sahara a fi un pămînt fertil, cu lacuri mari, rîuri şi oraşe, care ar fi existat odată.

Mapamondul lui Filip Buache, din 1737, arată Antarctica, aşa cum a fost copiată după o veche hartă grecească, formată din 2 mari insule separate de o mare interioară. Dacă am înlătura gheaţa, într-adevăr, Antarctica ar avea această configuraţie, lucru necunoscut pînă în 1958.

Alte hărți figurează și ele cu ghețari din ultima glaciațiune europeană, sau cu strîmtoarea Bering ca un istm.

Profesorul Charles Hapgood și-a petrecut mulți ani cercetînd hărțile medievale, reexaminîndu-le în lumina conținutului informațional asupra Pămîntului, necunoscut încă la vremea cînd au fost făcute. Opinia sa, împărtășită de cea mai mare parte a oamenilor cu bun simț, este că ele au fost copiate și recopiate de-a lungul secolelor, pornindu-se de la exemplare „unu" aflate, în mod sigur, în Marea Bibliotecă din Alexandria, demonstrînd stricte cunoștințe „necunoscute", dacă acceptăm istoria așa cum am învățat-o, cum ar fi existența celor două Americi și a Antarcticei cu mii de ani înaintea lui Columb. Caracteristicile de relief ale acestor hărți, recopiate după cele din antichitate, puteau fi localizate numai dacă se cunoștea trigonometria sferică și dacă se dispunea de instrumente cu o excelentă precizie, sau erau posibile prospecții aeriene. Fondate pe cele mai corecte informații geografice, ele și-au depășit epoca. De la Aristarh din Samos la astronomii începutului de secol al XX-lea omenirea a avut nevoie de 22 de secole pentru a calcula cu o aproximație satisfăcătoare distanța de la Pămînt la Soare : 149 400 000 km. Ar fi fost inutil un asemenea efort dacă s-ar fi multiplicat de un miliard de ori înălțimea piramidei lui Keops. Și digresiunea ar putea continua : dacă adunăm cele 2 diagonale ale bazei, obținem valoarea în ani a perioadei de precesie a echinocțiilor. Perimetrul bazei, în „degete piramidale", exprimă durata în zile a anului tropic ; raportul dintre înălțimea piramidei și perimetrul bazei are valoarea numărului „sacru" π, unitate care a fost dedusă din diametrul polar al Pămîntului ; axa coridorului descendent este îndreptată spre steaua α Centauri, care în anul 2170 î.e.n. se constituia în stea polară. Și cîte alte interpretări ar mai putea rezulta din analiza științifică a piramidei !

Mii de ani, acest monolit artificial de 6 500 000 de tone a fost considerat un „simplu" mormînt, conform unei tradiții, păstrate de copți, o minoritate egipteană de astăzi descendentă direct din anticii egipteni. Astăzi, știm cu toții, ea reprezintă o acumulare de cunoștințe astronomice și matematice ale vechilor egipteni, carcasate cu piatră

pentru a putea ajunge pînă la noi. Dar există și o altfel de interpretare, legendară : cele 2 600 000 de blocuri „paginează" o carte în piatră datorată lui Surid, unul din regii de dinainte de potop, conținînd divinele învățături esoterice ale regelui zeilor. Această legendă a fost culeasă în timpul campaniei napoleoniene, cînd inginerii francezi, folosindu-se de Marea Piramidă ca punct de triangulație, au constatat că laturile sale sînt aliniate spre punctele cardinale, cu meridianul trecînd prin vîrful piramidei.

O structură atît de complicată emană o conștientă apetență de comunicare cu noi, eliminînd orice risc de eșuare, chiar dacă toate legendele sau limbile ce au existat s-ar fi pierdut. Un ideal mesaj tehnologic din trecutul nostru.

În același fel ar trebui interpretată și existența diferitelor stînci preistorice, despre care nimeni nu știe cum au fost construite și de ce au fost aliniate în modele planetare, ori direcționate după cîmpul magnetic terestru. Și dacă toate acestea se pot grupa într-un inel de coincidențe ? Dacă logica ne autosugestionează să căutăm neverosimilul în fapte pentru care nu avem încă limbajul de contact ? Foarte posibil, dar și comod în același timp. Dorința viitorului-ficțiune ne ține de cald și de justificări. Numai că sînt foarte multe „amprente" pe planeta albastră care ne obsedează : piramidele de la Teotihuacan, Mexic, și orașele vechi din Yucatan, ruinele preincașe din Anzii peruvieni, liniile de la Nazca, ruinele masive de la Tiahuanaco, giganticele prisme de piatră de la Stonehenge și Averbury, și stîncile mari din Bretania, dintre care unele se continuă sub ocean, megaliții din Malta, dărîmăturile preistorice din Orientul Mijlociu și Asia de Sud-Est, vestigiile ciclopice din insulele Caroline și Marchize, din Insula Paștelui, structurile monolitice din Marea Caraibilor, arhaicele prefigurări în piatră de la Niebla, Spania, și „intervențiile" din Africa de Nord, neatribuite nici unei civilizații, inclusiv Egiptul, aliniamentul marilor movile din S.U.A. și piramidele vetuste din China. Și cîte altele or mai fi existînd pe fundul oceanelor sau în pîntecul grundului... Dispunem de multe mărturii și, totuși, de prea puține dovezi.

Gerald S. Hawkins modelează pe calculator alinierea „bolovanilor" de la Stonehenge și obține un rezultat stu-

pefiant : locuitorii de acum 5 000 de ani ai Angliei îi depășeau de departe pe astronomii egipteni și sumerieni. Computerul a pus în evidență o cunoaștere precisă a solstițiilor, echinocțiilor, ritmului și duratei eclipselor de Soare și de Lună !

În China, toate locuințele, înainte de a fi construite, erau orientate de un necromancier într-un anume mod, pentru a beneficia de avantajele unor curenți nevăzuți care străbat Pămîntul. Să nu uităm că prima busolă ne-a parvenit din China. Ernst Börschmann menționează că aranjamentul templelor, pagodelor și pavilioanelor este subordonat unui centru magnetic. Procedeul de urmărire a liniilor de cîmp în pămînt este posibil să fi fost guvernat de legi științifice avansate. Dacă în acele vremuri a putut fi înțeleasă natura cîmpurilor nedirijate, am putea găsi explicații plauzibile pentru cîteva construcții preistorice, mai ales pentru acelea ridicate pe vîrfurile munților sau colinelor. Într-un fel, ne-am întors la profețiile lui Cayce. Fabulînd, am putea presupune că la construcția piramidelor egiptene s-au utilizat dispozitive electromagnetice !

John Mitchell statutează unitatea culturii preistorice ca o probă certă a existenței aievea a unei civilizații evoluate. El afirmă că pe Terra sînt „montate" destule lucrări legate de folosirea cîmpului magnetic. În cartea sa *Vedere peste Atlantic,* ne sugerează o existență bogat pigmentată de ruinele acelei civilizații dispărute, ale cărei urme sălășluiesc prin munți, prin junglă sau sub ape. Filozofii „timpului pierdut" considerau globul o creatură vie, dotată cu un sistem nervos corelat cu cîmpul magnetic. Centrii nervoși ai Pămîntului corespund punctelor de acupunctură din medicina chineză. Magie ? ! Știință ? !

Wilhelm König, arheolog german de prestigiu, săpînd lîngă Bagdad, cu puțin înainte de cel de al doilea război mondial, dezgroapă cîteva obiecte curioase : vase de lut, căptușite cu asfalt, conținînd vergele din fier în interiorul unor cilindri de cupru, vechi de peste 2 000 de ani. Altfel zis, baterii uscate, fără electrolitul care se evaporase. Era posibil așa ceva în Babilonul antic ? Greu de crezut... Însă Willard Grey construiește mostre ale acestor „baterii", care au funcționat perfect cînd li s-a adăugat sulfat de cupru ca electrolit. După această descoperire, König a mai depistat, prin muzee, și alte exemplare zăcînd clasi-

ficate drept obiecte de cult, jucării, sau, pur și simplu, fără nici o indicație. Descoperirea unor statuete acoperite galvanic a dat sens existenței pilelor, însă nu ar fi de mirare ca aceste cunoștințe să fi fost preluate de la o cultură și mai timpurie, așa cum, uitate, tehnologii similare au apărut în Europa abia în prima jumătate a secolului al XX-lea.

Denis Saurat, săpînd în Egipt, scoate și el la iveală, fragmente de aparatură electrică. Romanii și grecii recurgeau la lumina torțelor și a lămpilor cu ulei, astfel că, și astăzi, pot fi detectate urmele de funingine. În schimb, în tunelele structurilor preistorice, minunat construite și pictate, nu sînt astfel de urme și nici în grotele rupestre din Europa de vest, de acum 30 000 de ani. Cum și-or fi luminat interiorul piramidelor vechii egipteni ?

Multă vreme, un zid antic al templului lui Hathor de la Dendera, Egipt, a fost considerat ca un simplu ansamblu pictural. Astăzi, certați cu dogmatismul, distingem un desen în care 2 slujbași țin în mîini gigantici bulbi de lumină, cu filamente interioare, conectate prin cabluri la o cutie ce pare a fi o sursă. Grosimea cablurilor și suporții ceramici pe care se sprijină bulbii indică înaltă tensiune.

Ficțiunea existenței electricității cu mii de ani în urmă cristalizează în realitatea faptică ce pare să compromită ideea că electricitatea, ca sursă de lumină, este o invenție actuală.

„Nu există nimic altceva, decît atomi și spațiu". Așa a gîndit Democrit, și el a fost primul ! Dar, înainte de Democrit, filozoful fenician Moschus vorbea de divizibilitatea celor mai mici particule ale materiei. Astăzi sînt descoperite din ce în ce mai multe particule subatomice...

...Un schelet găsit în India s-a dovedit a fi de 50 de ori mai radioactiv decît valoarea acceptată ca normală. Deșertul Gobi adăpostește zone în care nisipul s-a topit și a devenit sticlos, ca și în urma unei explozii nucleare. Numai că timpul trebuie dat înapoi, cu mii și mii de ani !

La construcția fundamentului căii ferate Karachi-Lahore, acum mai bine de un secol, englezii au folosit cărămizi recuperate din săpăturile de la Mohenjo Daro, Harappa și Kalibanga. Cărămizile, folosite în aceste orașe, erau arse în cuptoare, după o tehnologie ce mai este și astăzi în uz, după 4,5 milenii.

Catacombele de la Ajanta, lîngă Bombay, deţin un loc aparte în istoria artei datorită picturilor „speciale" de pe pereţi. Nimeni însă nu şi-a pus întrebări despre pulberile luminiscente conţinute în vopsea. Una dintre picturi, datată din secolul al VI-lea, reprezintă un grup de femei care poartă ofrande. Luminată de torţe sau lămpi electrice, pictura pare să nu aibă perspectivă, dar, odată stinsă lumina, încetul cu încetul, figurile acumulează spaţiu, devenind tridimensionale, ca sculpturile sau hologramele. Secretul s-a pierdut, poate, pentru totdeauna !

Unul dintre punctele de atracţie ale unui bîlci este şi nelipsita sală a oglinzilor, care ne modifică fizionomia în chipurile cele mai neaşteptate, stîrnindu-ne rîsul curiozităţii inofensive. E nevoie de cunoştinţe de optică pentru a obţine un asemenea efect, cunoştinţe care, se pare, le stăpîneau şi indienii de acum 800 de ani, cînd placau coloanele unui templu din Halebid, Mysore, cu fîşii de piatră şlefuită. Privindu-te în acele „oglinzi", ai surpriza să te vezi atît în poziţie normală, cît şi cu capul în jos.

La Ahmadabad, India, turiştii se înghesuie să se dea „uţa" în turnurile care se leagănă. De fapt, sînt două minarete, înalte de 23 m şi distanţate la 8 m, construite în secolul al XI-lea. Cînd turiştii ajung în vîrful unuia, ghidul se suie în celălalt şi începe să se balanseze. Peste cîteva momente, spre amuzamentul sau spaima acestora, legănarea se transmite şi în minaretul de alături. Rezonanţă, veţi spune. De acord, dar care este explicaţia tehnologică ?

Mumiile scoase la iveală în Valea Regilor din Egipt au surprins prin mulţimea intervenţiilor artificiale. Multe dintre ele au lucrări dentare, coroane, punţi, plombe şi chiar proteze parţiale sau totale, de o calitate concurentă tehnicilor dentare din zilele noastre. Pregătirea cavităţii pentru obturare se efectua ţinînd cont de partea vitală a dintelui. Adezivele întrebuinţate au rămas necunoscute, de o calitate ce pare să fi fost remarcabilă, din moment ce majoritatea plombelor sînt intacte ! Asemenea tehnici stomatologice au fost evidenţiate şi la vechii mayaşi, craniile găsite la Campeche, în Golful Mexic, stînd mărturie.

Tot în Egiptul antic se foloseau anestezice pentru intervențiile chirurgicale ; dar le întîlnim și acum 18 secole, în China. Cronica Wu Han Shu, din perioada dinastiei Han (25—220), zugrăvește o astfel de operație, în termeni a căror apropiere de cei folosiți astăzi, în lucrările de chirurgie, este tulburătoare : „Mai întîi, pacientului i s-a dat să bea vin, în care fusese dizolvată pulbere de sămînță de cînepă ; de îndată ce au apărut primele semne de intoxicație și somnolență, a fost efectuată o incizie a pîntecului și a fost resecată tumora. Întrucît erau afectate stomacul și intestinul, s-a procedat la o sterilizare foarte atentă a instrumentelor, evitîndu-se contaminarea celorlalte organe. După operație, rana a fost cusută și medicul a aplicat un unguent minunat, ce avea să o vindece în cel mult 4 sau 5 zile. Peste o lună pacientul era bine sănătos".

Cînd s-a investigat mormîntul de adult nr. 133 de la Sărata Monteoru, s-a descoperit că strămoșii noștri din epoca bronzului apelau la intervenții directe pe cutia craniană. Urmele de vindecare dovedesc că individul trăise mult timp după operație, efectuată în zona parietală stîngă. Descoperirea n-a fost întîmplătoare, alte morminte, din aceeași localitate, aducînd noi argumente despre succesul celei mai vechi metode de intervenție în neurochirurgie.

Chirurgii preincași de acum 2 500 de ani efectuau curent operații pe creier ; craniile descoperite în Peru poartă amprentele unor trepanații reușite. Instrumentarul era alcătuit din bisturie de obsidian, cuțite din bronz, pense și ace pentru suturi. Istoria medicinei ne informează că aceeași operație efectuată în anul 1786 la spitalul *Hotel Dieu*, din Paris, se termina, ineluctabil, cu moartea pacientului.

Aceiași vechi incași efectuau și amputări, utilizînd tifon pentru pansamente și, eventual, anestezice locale ori generale, precum cocaina. De fapt, de la ei ne-au parvenit chinina, cocaina și atropina.

Putem vorbi oare de penicilină acum 4 000 de ani ? S-ar părea că da ! Un papirus egiptean, de pe timpul celei de-a 11-a dinastii, povestește despre ciuperci și mucegaiuri care cresc la suprafața iazurilor și care sînt prescrise în tratamentul rănilor infectate sau deschise. Deci efectul antibiotic era cunoscut în antichitate ! Țărîna fierbinte și sucul de soia erau întrebuințate de vechii greci și de

chinezi pentru vindecarea rănilor și combaterea furunculelor.

Sactya Grantham, o carte a brahmanilor, compilată în jurul anului 1500 î.e.n., conține următoarea versiune de vaccinare antivariolică : „Se ia pe vîrful cuțitului conținutul zonei inflamate, se injectează în brațul omului și se amestecă cu sîngele său. Apare o creștere a temperaturii, dar boala va trece repede, fără să genereze complicații". Edward Jennér redescoperă abia în 1796 ceea ce vechii indieni știau acum 3 000 de ani ! De unde se vede că avea dreptate modista Mariei Antoinette cînd afirma că : „nou este ceea ce s-a uitat".

Transfuzia de sînge a intrat în practica europeană la jumătatea secolului al XVII-lea, în timp ce aborigenii din Australia o folosesc de mii de ani. Ei recoltează din vena cubitală sau brahială internă, din care extrag sîngele cu ajutorul unei trestii golite pe dinăuntru ; transferul sîngelui este realizat printr-o ciudată metodă de pompare cu gura, tehnică care nu a putut fi dezlegată încă. Curios este faptul că aborigenii știau să aleagă donatorii compatibili hematologic cu subiecții. Transfuzia de sînge este uzitată de aborigeni atît în cazuri de rănire sau boală, cît și ca metodă geriatrică.

Împăratul chinez Qin Shi (259—210 î.e.n.) avea, ne spun documentele de epocă, o „oglindă" magică cu care lumina oasele trupului. Putea fi vorba de o instalație cu raze *X* ? Oglinda se găsea în palatul Xan Yang din Shenzi, în anul 206 î.e.n. Cînd un pacient se așeza în fața acelei oglinzi dreptunghiulare, cu dimensiunea de 1,76X1,22 m, imaginea sa părea răsucită cu 180° și toate organele, inclusiv scheletul, deveneau vizibile. Oglinda era folosită exact în aceleași scopuri ca și modernele raze *X* : diagnosticare.

Cînd, în secolele III—VI, s-au copiat glosarele de botanică ale lui P. Dioscoride (sec. I) și Pseudo-Apuleius (sec. IV), denumirile a 57 dintre plantele geto-dacilor au fost adăugate celor greco-latine. Dintre acestea, 20 au fost precis identificate, unele fiind și astăzi în folosința medicinii culte. Dacilor le mai erau cunoscute extrase din animale și minerale, cu efecte calmante, antiinflamatorii, cicatrizante, hemostatice, expectorante, purgative etc. În cetatea dacică Poiana s-a găsit o placă de marmură

ce servea la prepararea de alifii medicinale. Strămoşilor noştri le era binecunoscută valoarea tămăduitoare a apelor minerale, denumite de ei „izvoare ale zeilor". Documentele greceşti elogiază concepţia medicală a dacilor, bazată pe ideea unităţii organismului şi pe luarea în considerare a factorului psihic, alături de cel fizic, în tratarea maladiilor. Instrumentele chirurgicale ale dacilor amintesc de cele ale preincaşilor : bisturie, ferăstrăiaşe fine, pense de tip anatomic. După operaţie, rana era pudrată cu pulberi cicatrizante din tuf vulcanic.

Ce argument ar putea fi mai convingător pentru vechimea ştiinţei medicale decît imensa înţelepciune populară, înmănuncheată în domeniul farmacopeii plantelor medicinale ?

Un vis, un basm, vechea legendă a tinereţii fără bătrîneţe îşi poate avea originea în cine ştie ce metodă ancestrală pierdută pentru totdeauna...

Poate cel mai elocvent exemplu de tehnologie antică îl constituie „calculatorul", alcătuit din discuri şi roţi dinţate din bronz, găsit, în 1900, la bordul unei corăbii scufundate lîngă insula Antiquitera din Marea Egee. După aproape 6 decenii, Derek J. de Solla Price şi George Stamires dezgroapă ceea ce era un angrenaj de roţi dinţate aparţinînd unui mecanism cu care se putea determina, zi şi noapte, poziţia navei în funcţie de orbitele planetelor. Acest mecanism dezvăluie neaşteptate cunoştinţe de navigaţie şi astronomie pentru acele timpuri. Americanul Derek J. de Solla Price a comparat această descoperire cu cea a unui avion cu reacţie în mormîntul lui Tutankhamon.

Există papirusuri care istorisesc că, cu mii de ani înainte de clima uscată din Egipt, a fost domnia zeilor — o eră a unei civilizaţii superioare, cu puteri miraculoase. Cam aşa ceva a rămas în memoria tuturor civilizaţiilor antice. Este surprinzător să admiţi existenţa, cu mult înaintea grecilor şi romanilor, a unei civilizaţii care poseda cunoştinţe de astronomie, matematică superioară, fizică, medicină, dar şi foarte tentant să arunci totul în braţele unor imigranţi cosmici...

Diversificarea tehnicilor de investigare cu carbon 14, cu argon-potasiu, cu uraniu-thoriu, prin termoluminiscenţă, prin dendrocronologie sau prin racemizare a elimi-

nat conceptele că un tip de om a urmat altui tip de om, astăzi fiind acceptată coexistența lor. Așa cum în Australia trăiesc fizicieni atomiști și aborigeni, așa și-au împărțit secvența de timp și avansatul om de Cromagnon cu brutalul om de Neanderthal.

Dacă am admis existența unor civilizații avansate în infinitul Universului nostru, trebuie să admitem și rezonabilitatea unor probe certe. În sensul aceleiași idei, dacă acceptăm că o civilizație similară cu a noastră este capabilă să se autodistrugă, cea mai mare parte a mașinilor și a clădirilor s-ar degrada, fiind de nerecunoscut peste multe mii de ani. Probabil ar arăta întocmai ca urma fosilizată, în trilobiți, a unei sandale, descoperită lîngă Delta, Utah. Cunoașteți cînd au trăit aceste animale marine ? Nimic mai simplu, acum 200 000 000 de ani !

Unele indicații ar putea supraviețui în ghețurile din Arctica și Antarctica ori pe fundul mărilor !

Dacă am vrea să comunicăm și noi cu generațiile viitorului îndepărtat, am construi tot o piramidă ? Nu, în mod sigur nu. Aselenizînd, obținînd fuziunea nucleară și creînd în laborator gene, am lăsat amprente echivalente, fiecare în parte, cu cea mai desăvîrșită piramidă a creației umane.

RIDICÎNDU-NE ÎN DOUA PICIOARE

Desigur, gîndiţi că trăim într-o eră tehnologică. Aveţi perfectă dreptate, dar dacă credeţi că este o caracteristică a ultimilor ani, ori secole, vă înşelaţi !

Tehnologia este capacitatea omului de a făuri lucruri prin intermediul obiectelor care nu fac parte din corpul său. Dacă încercaţi să spargeţi o nucă cu podul palmei faceţi un lucru natural, însă dacă o spargeţi cu o piatră, atunci acţionaţi tehnologic.

Proiectîndu-ne în negura în care omul nu consuma tehnologie, atunci cînd nu utiliza scule, pietre, oase, lemne, ne-am regăsi acum 4 milioane de ani, printre primele exemplare nereuşite de humanoizi. Ce-a îndreptat omul spre tehnologie ? Primele încercări de a adapta materia primă, aflată la dispoziţie, scopurilor sale, pentru a-şi face existenţa confortabilă. Avînd în mînă materie primă el putea ucide sau modela mai uşor, asigurîndu-şi hrană mai multă, sau putea construi adăposturi pentru a fi protejat împotriva intemperiilor.

O dată cu folosirea focului a demarat şi tehnologia. Aceasta era ceva mai mult decît descoperirea focului. Probabil că a trecut destul timp de cînd coplanetarii noştri au zărit focul şi pînă au început să-l păstreze, utilizîndu-l la iluminat. Nu se poate localiza acest pas, sau care au fost circumstanţele, sau de cîte ori a fost redescoperit, sau cît de repede s-a răspîndit tehnica, cu toate că, în numărul 772, din ianuarie 1982, al revistei *Science et Vie*, Pierre Riossion ne anunţă că a fost descoperit locul unde s-a aprins primul foc. Acest lucru nu s-a înfăptuit numai acum 500 000 de ani în China, unde postulează antropologii şi istoricii că omul ar fi aprins primul foc, ci şi acum 1 400 000 de ani, la Chesowanja, în Kenya.

Nu a fost depistat nici un grup de hominizi care să nu fi folosit focul. Acesta a materializat primul pas decisiv, distinct, între om și celelalte creaturi. Există animale care comunică, chiar dacă nu prin grai, animale care folosesc unelte primitive, dar nici unul, în afara omului, nu a încercat să stăpînească focul. Focul a permis străpungerea întunericului, înzestrînd omul cu grade de libertate și pentru noapte și cu protecție împotriva celorlalți dușmani naturali.

Consecințele unei tehnologii avansate nu pot fi limitate numai la efecte imediate, astfel că, ineluctabil, influența focului s-a extins și asupra altor necesități. Noi am fost, la origine, animale tropicale, cum și celelalte primate sînt. Cu ajutorul focului am putut îndepărta răcoarea nopții, dar și frigul latitudinilor îndepărtate. Dobîndind un avans tehnologic am devenit creaturi adaptabile la orice mediu.

Nu trebuie să dorim o rată lentă de schimbare, cum nici nu putem prevedea toate aspectele unei inovări cruciale. Ele sînt neașteptate și, în consecință, imprevizibile. Cînd focul a început să ne intereseze, descoperirea fusese făcută, probabil accidental, ducîndu-ne, printre altele, la concluzia că mîncarea încălzită poate fi masticată mai bine, avînd în plus și un gust mai plăcut. Sîntem convinși că gastronomia a contribuit, din plin, la generalizarea utilizării focului. Mîncarea gătită a eliminat din bolile omului primitiv, hărăzindu-i robustețe și o durată de viață mai mare.

Același pămînt, aceeași aprovizionare cu plante și animale pot hrăni mai multă populație în momentul în care se beneficiază de foc. De altfel, orice avans tehnologic duce la o creștere a populației. Efectele unui avans hotărîtor în tehnologie continuă să rămînă în afara previziunilor. Omul primitiv a descoperit ocazional mici bulgări de cupru, argint sau aur și a rămas fascinat de strălucirea lor, de posibilitatea de a fi aplatizate și deformate în forme interesante, fără a se sparge, și de a fi lustruite. Probabil că erau purtate ca ornamente.

În jurul anului 3 500 î.e.n. au fost găsite minerale în amestecuri. Întrebuințarea metalelor a devenit accesibilă fiindcă omul avea la dispoziție focul de cîteva zeci de

mii de ani. Folosirea sa însemna, însă, și primejdie. El putea distruge adăposturi sau păduri. Omul putea muri în foc, dar îl și putea folosi pentru uciderea altora. Exploatat cu grijă, eficient, în scopuri pașnice, focul nu poate fi distructiv. Dar și în acest mod el produce efecte secundare, ca poluarea. Atunci, ce e de făcut? Renunțăm, insistăm în a-l folosi, cu riscurile respective, sau căutăm un mijloc de a-l produce ? Ultima alternativă este cea mai probabilă. Și este un exemplu prin care probleme cauzate de tehnologie sînt rezolvate de o altă tehnologie. Întreaga istorie probează căutarea de noi tehnologii, nerenunțindu-se la cele vechi.

Avansul tehnologic aduce și neajunsuri prin faptul că omul depinde din ce în ce mai mult de el. Dacă omul nu și-ar fi asumat riscul păstrării și folosirii focului, ar fi rămas și azi la tropice. Urmărind consecințele utilizării focului și a altor tehnologii ce folosesc focul, este de așteptat să argumentăm că toate schimbările în condiția umană depind, într-un fel sau altul, de avansul înregistrat de tehnologie. Fiecare schimbare ce pare, la prima vedere, a nu avea nimic comun cu tehnologia poate fi urmărită înapoi în timp, pînă la factorul tehnologic ce a generat-o.

Ca și în localitatea chineză Qugudian, considerată leagănul focului, și la Chesowanja au fost găsiți bușteni carbonizați, silexuri ascuțite, care au servit la aprindere, recipiente din pămînt, care conțineau resturi de mîncare, toate risipite printre oase de hominizi și animale. Descoperirea catapultează înapoi cu aproape 1 milion de ani timpul „zero" al focului, ceea ce ne determină să-l atribuim „australopitheculuí" și nu lui „Homo erectus", precedesorul lui „Homo sapiens". Totodată, uneltele dezgropate readuc în discuție nașterea gîndirii la specia noastră, în lumina ultimelor descoperiri privind evoluția inteligenței umane. Ca efect, folosirea de unelte indică o certă dezvoltare de materie cenușie, capacitatea de a aprinde focul fiind produsul unei activități intelectuale net superioare, constituind, în același timp, originea vectorului tehnologic îndreptat spre viitor. Cimpanzeul, care din punct de vedere intelectual este un primat foarte apropiat omului, se servește de unele ustensile, dar niciodată nu s-a folosit de silex pentru obținerea focului, mai mult, în prezența unei surse de foc și a unui vas conținînd carne nu are

ideea de a-l pune pe foc pentru a obține o „friptură". Aprinderea focului prin mijloace primitive este o operație extrem de complexă. Trebuie lovită cremenea sub un anumit unghi pentru a genera scînteia necesară aprinderii rămurelelor și de la ele a crengilor mai groase. Dar focul putea fi, de asemenea, obținut prin frecarea unei bucăți de pirită de fier cu un silex, sau prin simpla frecare a unor lemne, unele de altele. Iată, deci, mai multe procedee tehnologice de „fabricație" a focului. Obiectele găsite la Chesowanja demonstrează că australopithecul cunoștea focul și olăritul, producea unelte cu care curăța oasele de carne, dar se și apăra contra fiarelor. Ori, vînătoarea presupune o organizare, un limbaj de transmisie și construcții de capcane, ceea ce pentru acea epocă constituia un avans tehnologic. Contururile uneltelor indică fără nici un dubiu mîna omului și nu a eroziunii hazardului. S-au descoperit mai mult de 1 500, toate rudimentare, însă cu o funcționalitate bine definită. Cele mai multe sînt decupate din cremene : hăcuitoare pentru tăierea cărnii, racloare pentru desprinderea pieilor de pe animale, unelte pentru spart oase. Cele mai mici — lame ascuțite — sînt lucrate din lavă vulcanică, indicînd o preferință pentru anumite materiale. Vasele de pămînt sînt și mai revelatoare și, deși nu erau meșteșugite sigur prin învîrtire și apoi uscate, erau, oricum, confecționate după o tehnologie elaborată. Cercetările au stabilit că temperatura de coacere a fost în jur de 400° C, amănunt ce ne face să credem că aveau o bună soliditate.

Dacă probele de la Chesowanja au o valoare filogenetică, se consideră că au, mai ales, o valoare tehnologică deosebită căci marea descoperire a umanității au fost uneltele. Cînd în Africa pășea „Homo habilis", al 3-lea tip de hominid, Europa era încă un deșert. Să ne reîntoarcem la perioada de după domesticirea focului și să evidențiem marile realizări tehnologice în agricultură. Se întîmpla acum vreo 12 000 de ani, undeva prin Orientul Mijlociu.

Agricultura este una dintre cele mai vechi tehnologii utilizate de om, ce a permis nu numai schimbarea dietei ci și stimularea unor largi prefaceri în modul său de viață, în structura sa socială. Pentru a trece la o economie bazată pe stocarea de cereale a fost necesară, în primul rînd, înlocuirea speciilor sălbatice prin semințe, care la început

erau consumate direct. Gustul şi valoarea nutritivă a unora a impus curiozitatea implantării ; aşa a apărut posibilitatea asigurării unei surse energetice alimentare pentru o perioadă de timp mai îndelungată. Cine a fost primul ? Cine a avut ideea ? Cum s-au transmis rezultatele experimentelor ? Cum s-a ajuns la săpare, plivire şi irigare, pentru a mări eficienţa produsului final ? Iată întrebări la care nu prea putem să răspundem, numai, eventual, să presupunem. „Domesticirea" cerealelor, similară cu cea a animalelor, a fertilizat eficienţa îndestulării cu hrană, lucru ce nu existase pînă atunci, şi smulgerea ei de sub semnul hazardului. Această calitate a indus sedentarismul şi o nouă diviziune a muncii. A fost amorsa primei explozii demografice a rasei umane. Lipsa hranei ar fi putut deveni catastrofală în primele clipe ale creşterii populaţiei, dacă hrana necesară ar fi fost asigurată numai de vînători şi de agricultura primitivă.

Ce era de făcut ? Abandonarea sau dezvoltarea pe mai departe. Desigur, dezvoltarea a fost singura alternativă, iar ea implica, indubitabil, tehnologii noi. Astfel au apărut canalele de irigaţii, ca o sfidare tehnologică a penuriei de ploaie. Construirea şi întreţinerea canalelor şi a digurilor reclamau participarea unor mulţimi. Această necesitate a făcut înţeleasă imposibilitatea organizării marilor culturi pe baze de familie, spre deosebire de recoltare. Atunci se constituiau şi primele organisme politice, lucru demonstrat, cu prisosinţă, de existenţa prioritară a oraşelor-state în preajma marilor fluvii ca Nilul, Eufratul, Tigrul şi Indul. Ele s-au dezvoltat nu dintr-o noţiune abstractă ci ca o consecinţă directă a dezvoltării tehnologice, care a însemnat, în primul şi în primul rînd, productivitate. Iată şi cauza primelor supraproducţii, continuată prin efectul suportării unor indivizi care nu au participat în mod direct la producerea hranei, dar care se puteau bucura de binefacerile existenţei sale. În acest mod au putut apărea artizanii, comercianţii, poeţii, artiştii şi preoţii. Viaţa intelectuală a apărut, deci, nu fiindcă omenirea devenise mai inteligentă, ci deoarece tehnologia a permis întreţinerea metabolică a unei astfel de activităţi.

În mod normal, acumularea energetică în agricultură în unele zone a vidat împrejurimile, pline încă de semeni rămaşi la chemerul vînătorii şi a practicilor rudimentare.

„Raidurile" acestora au făcut necesară apărarea oraşelor constituite, împreună cu toate cuceririle dobîndite, adică a protejării a ceea ce acum 8 000 de ani au început să se numească „civilizaţii." Imixtiunea invaziilor în leagănele civilizaţiilor a permis difuzarea acestora în zone din ce în ce mai întinse, depresurizînd nucleele iniţiale.

Activitatea militară a depins şi ea, în mod nemijlocit, de tehnologie. Nu a fost o întîmplare că ultima mare invazie în Europa s-a petrecut în secolul al XIII-lea, cu mult înainte de punerea la punct a tehnologiei de fabricaţie a pulberii de foc, cum n-a fost o întîmplare faptul că începînd din secolul al XV-lea, un secol de la apariţia ei, tunurile europene aduceau în bătaia lor zone geografice din ce în ce mai întinse.

De asemenea, excesul de produse alimentare a contribuit şi la apariţia comerţului prin schimbul de produse. Dorinţa de a-l face mai eficient a fost satisfăcută prin aplicarea de noi tehnologii în realizarea de drumuri şi de nave. Schimburile învecinate au generat, în continuare, noi graniţe şi zone de cooperare.

Ca un corolar al extinderii comunicaţiilor şi transporturilor, au început să fiinţeze largi entităţi politice. Imperiul persan s-a cimentat datorită cuceririlor care asigurau, zi şi noapte, circulaţia ordonanţelor imperiale. Dar liantul tehnologic era încă prea fragil pentru a-i asigura existenţa pentru o lungă perioadă de timp. Cea mai remarcabilă realizare a lumii antice, încununată de succes pentru o mai lungă perioadă de timp, a constituit-o Imperiul Roman. Şi ce anume i-a asigurat acel succes ? Poate subordonarea intereselor cetăţenilor săi, sau excelentele legi şi înţelepciunea legiuitorilor săi, sau valoarea armelor şi competenţa generalilor ? Bineînţeles, toate acestea au contribuit substanţial, însă imperiul nu ar fi rezistat fără dezvoltarea reţelei de drumuri pe care, călcînd, legiunile sale deveneau operaţionale în orice parte a imperiului, cu maximă mobilitate.

Chiar şi atunci cînd avansul tehnologic nu a condus direct la realizări, totuşi el a fost acela care le-a condiţionat. Un exemplu ponderal ar fi inventarea scrisului, acum 5 000 de ani, ca o necesitate tehnologică de rezolvare a dificultăţilor, mereu crescînde, de organizare. Înainte ca

scrisul să devină eficient, s-au dezvoltat o serie de tehnici de punctare sau marcare mecanică, mai mult sau mai puțin enigmatice. Probabil că numele acelei îndepărtate insule din Pacific, Insula Paștelui, ar fi rămas necunoscut, prin izolarea și micimea ei, dacă n-ar fi depozitat un secret căruia îi datorește faima nu numai printre savanți, ci și printre muritorii de rînd : o scriere criptogramică, după toate aparențele indescifrabilă. Mica insulă a fost descoperită tocmai în ziua de Paști a anului 1722 de un convoi de 5 corăbii olandeze. Descoperitorii pomenesc de o mulțime de statui imense, cioplite fiecare dintr-un singur bloc de piatră, cîntărind pînă la 50 de tone, îndreptate întotdeauna spre mare. Însă lucrul cel mai remarcabil din viața băștinașilor era o anume scriere, fără îndoială definitiv elaborată la vremea aceea. Cînd spaniolii au luat în stăpînire insula, 50 de ani mai tîrziu, băștinașii au semnat hrisovul de supunere regelui Spaniei cu niște semne ciudate, aparținînd unei scrieri total necunoscute europenilor. Localnicii numeau tăblițele lor cu inscripții „Kohau-rongo-rongo". Erau niște scîndurele înguste, ce de cele mai multe ori nu depășeau 90 cm lungime și 10 cm lățime, pe care erau scrijelite, cu așchii ascuțite de obsidian sau cu dinți de rechin, semne în genul hieroglifelor. Semnele acopereau, în lungi rînduri orizontale, o față, sau ambele, ale tăbliței. Rîndurile erau paralele și fiecare al 2-lea rînd începea cu caracterele inversate, definind astfel o bandă sau o panglică continuă. Semnele scrierii de pe Insula Paștelui surprind prin execuția lor îngrijită, prin admirabila simetrie și precizie a desenului, făcîndu-ne să elogiem înaltul nivel de dezvoltare a acelor așa-ziși „sălbatici".

Într-un cuvînt, trebuie spus că ritmul de perfecționare a tehnologiilor a crescut continuu, așa cum unele descoperiri au servit drept bază pentru mai tîrziu. Tehnologia, de fapt, este doar un aspect al străduințelor umane ce nu se vor stinge niciodată. Chiar și în perioadele negre ale istoriei, tehnologia a continuat să avanseze, desigur, cu o rată mai mică. Secolele de declin după căderea Imperiului Roman au introdus potcoavele și jugul, plugul cu cormană și arhitectura gotică, busola magnetică și praful de pușcă,

fiecare avînd un efect considerabil asupra societății, ultimele două ajutînd Europa să „cucerească" lumea.

A adus agricultura numai binefaceri ? Desigur că nu. Orice tehnologie nouă aduce cu sine și aspecte nedorite. Cultivînd acele plante care îi asigurau hrana compatibilă organismului său, omul a încurajat și înmulțirea paraziților, de la șoareci la lăcuste, care se hrăneau și ei cu aceleași plante, invazia acestora nemaiapărîndu-ne chiar întîmplătoare. Creșterea populației a atras și ea difuzarea unor boli contagioase care au generat mari plăgi speciei umane. Agricultura l-a fixat pe om de pămînt. El trebuia să muncească din greu pentru a se întreține și apăra. Cerința tot mai mare de mînă de lucru va genera sclavagismul, o relație socială încă și astăzi în funcțiune pe unele meridiane ascunse.

Așa a apărut mitul „grădinii Edenului" din care Adam a fost alungat. Idealizarea unei societăți darnice la nesfîrșit, fără a primi prinosul abonaților ei, a generat factorii religioși, combinații speculative de idei și lucruri adevărate și neadevărate. Dar religia nefiind o doctrină tehnologică, nu ar fi putut supraviețui dacă nu s-ar fi slujit de binefacerile tehnologiei. Germenii ei au îmbobocit încă din grotele omului de Neanderthal, care își petrecea morții pe ultimul drum cu ceremonie și cu credința în viața de apoi. Religia nu ar fi ajuns la o influență planetară lipsindu-se de aportul tehnologiei. Cum ar fi putut călători misionarii în vastul Imperiu Roman fără să existe drumul legiunilor sau carele și navele lor ?

Inventarea tiparului devine a treia inovație cu efecte de răscruce asupra omenirii. Tiparul, ca și focul și agricultura, este o inovație tehnologică, reprezentînd un produs al mai multor tehnologii adiacente. De aceea, deși ideea este surprinzător de simplă, după Isaac Asimov chiar mai simplă decît producerea focului sau cultivarea pămîntului, înțelegem astăzi de ce a trebuit să treacă atîta timp pînă la afirmarea lui.

Odată inventate, cărțile au început să invadeze Europa, acumulînd inteligență și punînd-o la îndemîna tuturor, sau depozitînd-o pentru posteritate, pierzîndu-se, totodată, și foarte multe din valorile antichității. Însă consecințele progresului au fost mai mari. Pentru întîia dată,

întreaga populație avea posibilitatea să participe la deciziile politice și să la opinie. Și religia suferea o reformă tehnologică, reforma protestantă, atunci cînd, în 1517, Martin Luther afișa pe ușa catedralei din Wittenberg cele 95 de teze ale sale.

Cu toată propaganda vieții de apoi și cu toată nostalgia „grădinii Edenului", omul nu s-a oprit din dezvoltarea tehnologică în care se angrenase. Nici o comunitate agricolă din istorie, de oriunde, nu a abandonat voluntar agricultura, rezumîndu-se doar la hazardul culesului. Soluția abundenței a oferit-o, întotdeauna, avansul tehnologic.

O îmbunătățire de moment au oferit-o marile descoperiri geografice, dar nici ele nu s-ar fi realizat fără ameliorarea tehnologiei de navigație. Totuși, soluția definitivă a dat-o revoluția industrială a secolului al XIX-lea.

Schimbările produse în agricultură au adus schimbări și în dieta noastră și în structura socială. Exploatînd intensiv mașinile, hibridizarea plantelor și animalelor, fertilizarea și pesticidele s-a ajuns la creșterea substanțială a depozitelor de hrană printr-o descreștere a efortului uman și o creștere a importanței sistemului de management, evidențiat prin preparare, ambalare și marketing. În același timp a crescut numărul meșteșugarilor, artiștilor, intelectualilor, personalului executiv, funcționarilor și a altor persoane neagricole. A scăzut și procentajul bolilor induse de agricultură, precum și stricăciunile produse de dăunători, succes categoric datorat avansului în tehnologie. Dar, poate, aspectul tehnologic în agricultură este cel mai bine ilustrat de utilizarea dulciurilor în alimentație. Destul de recent, în 1750, zahărul era încă un lux accesibil numai unei mici părți a populației. Extinderea plantațiilor a fost o soluție, dar chiar și peste un secol consumul de zahăr era încă redus. Abia după reconsiderarea tehnologică a procesului de fabricație, constînd din tehnologii de încălzire, centrifugare și uscare în vacuum, a fost posibilă satisfacerea unui consum cu adevărat popular. În decursul unui secol, de la 1850 la 1950, consumul ajunge în Anglia de la 20 livre pe an de cap de locuitor la 100 livre. În două secole, dieta noastră a suferit o schimbare radicală, în timp ce medicina modernă era abia la start. Cu toate că zahărul a devenit un bun

accesibil tuturor, industria începea să producă și înlocuitori sintetici, precum zaharina, și ea asimilată rapid în dietă. Creșterea uzanței produselor industriale ca flori artificiale, coloranți sintetici, substanțe aglutinante, diluanți, fibre sintetice a estompat disticția dintre agricultură și industrie, contribuind gradat la eliminarea familiilor de agricultori, integrînd în industrie întreaga producție agricolă.

Revenind la tipar, fără dar și poate trebuie să-i atribuim cauzalitatea oe a dus la ceea ce numim „revoluție științifică". Nu întîmplător aceasta s-a întîmplat pe continent după inovarea lui Gutenberg. Și anticii greci produceau speculații științifice remarcabile, dar accesul la ele era limitat la o pătură subțire de oameni. Cu siguranță că erau depozitate în manuscrise, însă copierea lor se făcea cu mare dificultate, fiind o pradă ușoară marilor conflicte, distrugerea lor însemnînd practic o întrerupere a graficului cunoașterii, obturînd temporal accesul la universalitate. Odată tiparul instalat în drepturi, nici o voință distructivă nu a mai putut zăgăzui vîna cunoașterii. Cînd manuscrisul lui Copernic plasa Soarele în centrul sistemului planetar, beneficiind de forma tiparului, deși a fost desconsiderat, denunțat și anatemizat, el nu a mai putut fi înlăturat. Se forma astfel o comunitate a științei. Orice savant sau gînditor își putea expune ipotezele și ideile într-o formă posibilă de a fi verificată în orice timp.

Știința este discipolul tehnologiei și, în același timp, mentorul ei. Tehnologia a generat știință, știința generează tehnologie ; iată cercul ce ne închide specia, după aproape două milioane de ani de eforturi de a da personalitate noii forme energetice de alimentare a transformărilor universului. Întrepătrunderea știință-tehnologie a creat noul climat ce se va instaura pe planetă abia în convenționalul secol al XVIII-lea.

Din minereuri de fier, mixate cu mangal, se obținea, prin încălzire, fier. Creșterea necesarului de fier și descreșterea disponibilității de lemn în Anglia a impus substituirea mangalului cu cărbunele de pămînt. Pentru a fi extras, era nevoie ca galeriile să fie golite de apă. Și iată cum necesitatea de a asigura o sursă de căldură pentru turnarea metalelor a condus la reconsiderarea teoretică a acestui fenomen. Chimistul scoțian Joseph Black, studiind fenomenul transmisiei de căldură, găsește,

în 1764, legătura cu fenomenul de fierbere și vaporizare a apei. Prietenul său, inginerul James Watt, aplică teoria lui la proiectarea, în 1769, a primului motor cu abur, întrebuințat chiar la extragerea apei din galerii.

Mașina cu abur a lui Watt a fost primul sistem mecanic mobil acționat de abur. Aceste cazane cu abur vor echipa mijloacele de transport, vor acționa diferite sisteme mecanice, vor încălzi locuințe. Cu ele începe „Revoluția Industrială" ce va schimba întreaga lume. Din 1800 pînă în prezent, populația lumii a crescut de 4 ori tocmai datorită îmbunătățirii factorilor de sănătate și confort. Însă o dată cu aceste beneficii au apărut și alte probleme secundare specifice ca poluarea, diminuarea resurselor, riscul distrugerii totale într-un război atomic. Se caută noi soluții. Care sînt acestea ? În nici un caz abandonarea ascendenței tehnologice. Acest lucru este de acum imposibil, întrucît ne-ar putea aduce la punctul zero, ori acolo nu există mișcare. Și acum, ca și în trecut, apar voci care preconizează reducerea ratei de creștere a populației. Specia umană nu a agreat niciodată așa ceva și nici nu și-a dorit. Se emit prognoze, se lansează opinii, se enunță soluții, mai mult sau mai puțin obiective, dar așa ceva este ca și cum i-am pune la dispoziție un computer lui Malthus. Soluția obiectivă și reală o vom depista numai în tehnologie, în binefacerile ei. Rasa umană se va desprinde de planetă, în mileniul următor pe Pămînt va viețui doar a zecea parte din sămînța speciei, restul fiind absorbit de interstițiile planetare, unde va rodi imaginația de astăzi.

Într-o interdependență veșnică, știința și tehnologia ne vor oferi soluții și nelimitate surse de energie, curate și sigure, precum și o nouă psihologie umană, eliberată de inechități și prejudecăți. Dar putem fi siguri că știința și tehnologia vor răspunde acestor aspirații ? Putem fi siguri că există soluții pentru problemele noastre ? Putem fi siguri de independența spațială a deciziilor noastre ?

Nu, bineînțeles că nu. Dar ceea ce putem afirma astăzi cu mîna pe inimă este că numai știința și tehnologia le pot găsi. Nu putem fi siguri nici dacă vom avea răbdare pînă atunci, sau dacă va mai fi nevoie. În orice caz, nu putem admite soluții mistice, rupte de esența cunoașterii. Și atunci, astăzi, cînd încercăm să înfăptuim cea de a

4-a inovație tehnologică, anihilarea deșeurilor, lipsa de neîncredere în știință și tehnologie ar însemna distrugerea civilizației.

Tehnologie de dragul... tehnologiei ?

Cum am putea defini tehnologia ? Mai bine zis, cum am putea să ne convingem că există și o tehnologie... de dragul tehnologiei. Poate, preluînd cîteva aspecte de istorie într-un mod acceptabil bunei cuviințe.

Programarea computerelor pentru a juca șah poate constitui un exemplu în acest sens, cum tot astfel pot fi considerate și minimodelele de vehicule care încîntă tinerețea copiilor noștri sau jocurile de televiziune. Extinzînd aria vă întreb : este un accelerator de particule numai o exprimare pur tehnologică ? Pentru beneficiul zilnic al omului are aceeași utilitate ca și cucul de la ceasul cu cuc. Pentru un fizician este un instrument de lucru, ca multe altele, pentru inginerul constructor, o temă de lucru.

Datorită acestor confuzii, rolul tehnologiei propriu-zise în istorie este minimalizat. Primele încercări le putem atribui atenienilor perioadei clasice, astfel că atunci cînd unul din generalii lui Alexandru fonda muzeul din Alexandria, se putea arăta deci, ceva. Tehnologii Alexandriei erau mecanicieni, precum Ctesibios, Philos și Heron. Cercetările lor au avut și o parte practică, în domeniul militar, dar, în general, au fost dominate de spiritul fundamental. Știm foarte puține despre Ctesibios, și acelea numai din referirile contemporanilor săi. Vitruviu amintește de cîteva : pompa aspiratoare, 2 variante de catapulte, ceasul cu apă și alte tipuri de mașinării, pe care le marchează sever afirmînd că nu serveau la nimic, ci doar plăcerii de a delecta.

Acele minunate invenții vor fi descrise mai tîrziu de către Heron. Cărțile sale constituie primele mărturii istorice despre fascinația oamenilor în fața științei, despre primele mașinării complexe pe care oamenii le-au realizat pur și simplu din plăcere. Acea excitație euristică a permis recurgerea la tehnologie de dragul tehnologiei. Atunci, putem localiza primele încercări. Elasticitatea aerului și

incompresibilitatea apei erau inventiv folosite în acționarea unor mecanisme ingenioase. Unii comentatori le-au ridiculizat, catalogîndu-le drept simple „jucării științifice", dar astăzi știm cu toții că nu a fost chiar așa. Acele „jucării" reuneau noi și importante principii în echipamente practice care ajutau la explicitarea teoriei. Heron nu a explicat pe deplin, niciodată, conceptul presiunii aerului, dar era convins de materialitatea lui, cînd a proiectat pompa pentru a demonstra existența vidului. Pentru anul 100 î.e.n. se făcea, într-adevăr, fizică de vîrf !

Nicăieri în lumea antică nu a existat un loc mai propice pentru stîrnirea unor idei revoluționare ca la Alexandria, însă infrastructura tehnică, intelectuală și socială nu era pregătită să susțină aplicațiile acestor piese de pură tehnologie, astfel că ele s-au pierdut în secolele declinului ce a urmat. Abia după o hibernare de 1 000 de ani, pînă la renașterea europeană, spiritul tehnico-științific va ieși din nou la lumină din grota ignoranței.

Dar prima realizare remarcabilă de tehnologie izvorîtă din fermentul științei, a fost balonul. Frații Montgolfier erau fabricanți de hîrtie la Annonay, în Franța. Étienne Montgolfier testase conceptul parașutei, sugerat de Leonardo da Vinci, dîndu-și drumul de pe acoperișul unei clădiri cu o umbrelă uriașă ! Asupra fraților Montgolfier s-a făcut simțită influența carteziană sau enciclopedică a francezilor acelor timpuri. Ideea zborului cu un aparat acționat de un agent energetic mai ușor decît aerul s-a cristalizat în mintea lor înainte de 1767. Ei aveau cunoștință de experiențele lui Cavendish, de preparare a hidrogenului, dar difuzia rapidă a gazului prin învelișul de hîrtie i-a făcut să abandoneze această pistă. Ideea utilizării unui balon i-a venit lui Étienne în timpul unui voiaj, astfel că la primul popas la care s-a oprit a cerut proprietarului tafta și foc, spre disperarea acestuia, confecționînd primul vehicul cu combustibil mai ușor decît aerul, în dormitorul unui han ! Prima demonstrație a celor doi frați a avut loc în piața centrală din Annonay, la 5 iunie 1783. Balonul, posedînd un înveliș de hîrtie, s-a ridicat pînă la aproape 1 800 m.

Auzind la Paris de această performanță, celebrul César Charles, a gîndit că Montgolfier-ii au utilizat hidrogen și se apucă, împreună cu colaboratorii săi, să umple o anve-

lopă de 30 m^3 cu hidrogen generat de reacția fierului cu acidul sulfuric. După 4 zile de teamă, ceea ce le-a fost frică s-a produs, astfel că au trebuit să utilizeze din plin apă. În cele din urmă, la 26 august 1783, primul balon cu hidrogen și-a realizat ascensiunea, deplasîndu-se 24 km, pentru a fi distrus, la aterizare, de țăranii îngroziți. Numai atunci cînd frații Montgolfier și-au expus balonul la Paris, César Charles a realizat că, de fapt, inventase balonul cu hidrogen și asta dintr-o greșeală !

Iarăși o nouă extensie a capacității umane s-a dezvoltat și s-a exercitat de dragul său, și chiar fără fonduri apreciabile, astăzi fiind un sport la îndemîna multora, organizîndu-se chiar și campionate continentale.

Masiva penetrație a invențiilor în viața de toate zilele a provocat schimbări radicale în comportamentul oamenilor. Practic, începînd cu secolul al XIX-lea oricărei invenții i se găsea aplicație. Aceasta nu a însemnat că tehnologia veritabilă a încetat să existe, numai că era surprinsă de mulțimea de aplicații care le putea genera, imprevizibile la momentul concepției.

Multe din invențiile lui Heron au rămas fără aplicare, deoarece societatea în care își desfășura activitatea nu agrea conceptul cercetării ca scop în sine. Chiar și cea mai mare parte din proiectele lui Leonardo n-au putut fi finalizate atunci. Nici balonul fraților Montgolfier nu și-a descoperit vocația pînă la tehnologia lui von Zeppelin. Dar germenii unei ere tehnologice nu-i vom găsi în cuceririle științei sau în imaginația creației, ci în descoperirea aplicațiilor. Majoritatea invențiilor au apărut în momentul cînd au devenit fezabile cu compatibilitatea tehnologică a vremii. Și pentru a materializa mai plastic acest adevăr dau cuvîntul lui C. C. Furnas, metalurgist și inginer american de renume :

„Aștept televiziunea, dar nu voi trăi o veșnicie. Cînd mă gîndesc că prima transmisie de impulsuri radio a fost făcută de Joseph Henry, în 1840, și că prima emisiune radiodifuzată s-a realizat abia în anul 1920, mă simt oarecum descurajat în ceea ce privește posibilitățile de a cunoaște televiziunea înainte de a închide ochii".

Identificarea realizărilor pur tehnologice, adică a acelor lucruri făcute de dragul de a le face, în tumultul acelora ce ne surprind cu funcționalitatea lor, pînă mai ieri de

domeniul fantasticului, este ca și cum am astupa găurile unei site numai de dragul de a realiza o invenție. Un exemplu concret ar fi avionul comercial supersonic american *Boeing 2 707*, codificat *SST (Super-Sonic-Transport)*, indubitabil o capodoperă de pură tehnologie. Costul exagerat, aproape 1 miliard de dolari, a fost principalul obstacol în confecționarea acestei „jucării", deoarece priva de la realizare multe alte obiective cu efecte concrete asupra cetățeanului de rînd. Putem spune că problema cea mai importantă a secolului nostru este de a ne organiza capacitatea pentru a putea păstra utilitatea tehnologiei pentru societate.

Racheta *Saturn V*, „locomotiva" ce a tractat pe Lună primii noștri mesageri, este, fără îndoială, un produs al secolului nostru, deși printre cei ce au prefigurat-o se află Haas, Oberth, Goddard, Țiolkovski, von Braun. Este o excelentă realizare tehnologică, poate cea mai grandioasă de pînă acum. De altfel, atunci, în 1942, cînd erau aprinse motoarele primei rachete balistice „V-2", von Braun a exclamat că aceasta se născuse din zbuciumul planetei. Într-adevăr, în domeniul tehnologiei militare, amenințarea s-a dovedit, întotdeauna, din păcate, un mijloc foarte eficace de stimulare a inovărilor tehnologice. În acest sens puteam, eticheta, acum 10—15 ani, explorarea spațiului cosmic ca o aventură constructivă. Astăzi, în plină criză energetică, ne dăm și mai bine seama că această aventură a venit la timp, căci, pe lîngă resursele gigantice ale oceanelor, satelitul natural al planetei noastre oferă o alternativă de negîndit, chiar și acum 5—7 ani. Totuși, deocamdată, explorarea spațiului este încă o aventură constructivă, iar după unii oameni de știință, viitorul energetic se regăsește în posibilitatea de a fora la cît mai mare adîncime. Revenind, aș afirma, cu părere de rău, că și tehnologia spațială, ce a debutat ca o aventură de prestigiu, este astăzi dominată de grija de menținere a poziției în domeniul militar.

Radarul constituie un alt exemplu izbitor. Pur și simplu a trebuit inventat de două ori, deoarece după prima invenție a lipsit elementul care să-i impulsioneze dezvoltarea. Prima demonstrație a reflexiei undelor radio de către obiecte metalice a fost înfăptuită de Hertz, în anul 1887, iar, în 1922, Marconi profeția utilizarea radiounde-

lor focalizate, de foarte înaltă frecvență, în detectarea vapoarelor în condiții de întuneric și ceață. Tot în 1922, americanii Taylor și Young descopereau posibilitatea de a localiza navele în mișcare pe cale radioelectrică și propuneau potentaților marinei amplasarea la bordul acestora de emițătoare și receptoare, astfel încît 2 vase să poată fi alertate în cazul în care un al 3-lea ar trece printre ele. În forma sa modernă, radarul a fost inventat, pentru prima oară, în 1930, cînd Young, de data asta împreună cu Hyland, a descoperit mijlocul de detectare radio a avioanelor și ideea radarului cu impulsuri s-a impus imediat. Dar indiferența spre perfecționarea receptoarelor cu tuburi catodice, insuficient dezvoltate în 1930 pentru a permite realizarea unui radar cu impulsuri, a generat sucombarea inovării. Pericolul tot mai mare al unui război cu Germania a constituit elementul stimulativ atunci cînd, 4 ani mai tîrziu, aceiași Taylor și Young, și Watson-Watt, în Anglia, îl reinventează pentru a studia posibilitățile utilizării lui la apărarea antiaeriană.

Un exemplu diferit de simplă tehnologie îl oferă laserul. Construcția primului prototip, în 1960, a excitat în așa măsură interesul oamenilor de știință încît orice corporație cu firmă sau universitate respectabilă s-au întrecut în a-și făuri unul propriu. Astăzi, laserul are reputația de a fi o soluție în mai toate domeniile. Cercetările militare l-au confiscat în speranța de a realiza acea „rază a morții" definită de Wells. Multă vreme a dezilu-zionat în aplicațiile sale, atît pe plan militar cît și comercial, stîrnind dezgustul exegeților datorită milioanelor de dolari cheltuite în van. Dar iată că, trecînd de anii '75, aplicațiile devin din ce în ce mai spectaculoase, surprinzîndu-i chiar și pe cei care au crezut în el de la început. Dacă a da o gaură cu un fascicol laser însemna pentru unii o distracție sofisticată, chirurgia pe ochi sau creier nu mai este de imaginat fără el. Dacă acum 10 ani unii militari acriți afirmau în derîdere că era bun numai ca să se țintească un obiect deasupra capului cuiva, astăzi ne înspăimîntăm în fața apocalipticelor aplicații. Dacă în 1969, raza coerentă a laserului ne măsura cu precizie distanța de la Pămînt la Lună, astăzi ea poate să distrugă sateliți și rachete intercontinentale. Adică se vor folosi raze laser de o forță și precizie la care nu s-a ajuns încă.

Chiar și rachetele nucleare vor fi vulnerabile în fața laserului. Farmecul de a-l întrebuința pe lîngă casă dispare încetul cu încetul și sîntem îngroziți de ceea ce ar putea să ni se-ntîmple.

Asemenea aspecte de tehnologie intrinsecă din trecut și prezent ne-au familiarizat cu natura acestei discipline. Caracteristica principală este, ca și în artă sau știință, acceptarea unei autoimpuneri de schimbare și extindere a spiritului uman. Ființează alături și în interiorul tehnologiei aplicate în activitatea dinamică și intelectuală a societății. Tinde să se adreseze, prin termeni nesofisticați și fascinanți, omului de rînd, care o gustă ca pe o informare a mîndriei sale, tractează în spațiu, prin descărcarea unor mari aglomerări de energie, realizări fastuoase ale rasei umane, dar, ca un făcut, ascunde în spatele ei craniul militarismului, ca un diabolic și suspicios creditor, în speranța ultimului avantaj.

În prezent nu se poate disocia legătura strînsă dintre militarism și tehnologia însăși. În multidimensionala convoluțiune a psihologiei umane cele două coexistă. Ambele sînt manifestări agresive față de schimbări neconvenabile aparținînd oamenilor sau însăși naturii. În ambele regăsim emoția gloriei și aroganța învingătorului. Aceste idei, contemporane de mii de ani, vîntură rivalitatea politică, explicînd multe trăsături ale istoriei militare. Toate armele inventate par să aibă o mică parte de sclipire, de răsunet, de strigăt romantic. Însă evoluțiile ulterioare ne-au adus bomba atomică și din păcate promit să ne dăruiască un adevărat „război al stelelor". După cum se vede, „jucăriile" pur tehnologice s-au schimbat și încapsulează atenția prin posibilitatea, de ultimă oră (20 de ani), de a ne șterge amprentele din univers.

Or tehnologia curată nu înseamnă numai militărie. Grandioasele monumente de arhitectură nu conțin mai puțină tehnologie, din contră unele realizări întrec chiar și cele mai minunate mașini. Cele mai reprezentative, desigur, rămîn piramidele egiptene. Austriacul Kurt Mendelssonn afirmă că au fost construite nu ca morminte pentru imortalizarea imaginilor faraonilor, ci pentru că omul atinsese nivelul capacitiv de a fi apt spre a le construi. Chiar dacă au fost ridicate, așa cum se spune mai recent și cum de altfel spunea și Aristotel, pentru a da de

lucru miilor de sclavi și de a nu le lăsa răgazul să conspire, și tot merită să fim mulțumiți de înaintașii noștri. Între ele, piramida cea mare de la Gizeh a impresionat de-a lungul timpurilor și impresionează și astăzi prin dimensiunile ei și prin imensul volum construit din piatră. Unul din rapoartele savanților care l-au însoțit pe Napoleon suna cam așa : „Numai piramida lui Keops, dacă am vrea s-o realizăm astăzi, ar trebui să utilizăm sute de mii de muncitori, multe milioane de metri cubi de piatră de talie și multe miliarde de franci francezi de aur. Europa întreagă, cu toate resursele ei de toate felurile, nu ar îndrăzni astăzi să întreprindă o astfel de muncă pentru o singură piramidă." Arhitecții și inginerii tuturor vremurilor s-au pasionat în a smulge piramidelor principiile arhitectonice și tehnologia de construcție. Interpretările și explicațiile la care s-a ajuns în decursul veacurilor, chiar și în urma radiografierii cu raze cosmice, nu par să fi adus o lumină completă.

Primul care a vorbit despre piramide, și în special despre cea a lui Keops, a fost Herodot, sec. V î.e.n., care remarca că realizarea drumului de acces, a cărui construcție a durat 10 ani, nu era o lucrare de aceeași complexitate ca a realizării piramidei însăși :

„Această piramidă a fost construită în trepte. Cînd s-a început construcția ei în acest fel, celelalte pietre au fost ridicate de la pămînt, și cu ajutorul unor mașini făcute din piese scurte de lemn erau suite pe prima asiză. Cînd piatra ajungea aici, era pusă pe o altă mașină care sta pe această primă asiză, de aici piatra era ridicată cu ajutorul unei alte mașini ; căci erau atîtea, cîte asize existau ; poate că nu era decît una și aceeași mașină, ușor de transportat de pe o asiză pe alta, de cîte ori piatra era ridicată. Eu redau lucrurile în două feluri, așa cum le-am auzit și eu că au fost spuse."

Afară de descrierea succintă a lui Herodot, după 5 secole, Diodor, Strabon, Pliniu cel Bătrîn și Plutarh completează observațiile anticilor privitor la această minune. Primul spunea :

„Ea este construită, în întregime, din piatră foarte greu de lucrat, dar, tocmai de aceea, de o durată veșnică, și întrucît nu cunoșteau încă tehnica schelăriei se zice

că pentru a le ridica s-au servit de terase. Dar ceea ce impresionează în această lucrare este faptul că, fiind în mijlocul nisipurilor, nu se observă nici măcar o urmă a transportului, a tăierii pietrei și a teraselor despre care am vorbit. În felul acesta s-ar părea că, fără a folosi mîna oamenilor, care este întotdeauna înceată, zeii au așezat deodată acest monument în mijlocul ținutului."

Această ultimă observație a stîrnit nenumărate speculații mitice cu privire la tehnologia de construcție a acestor „pietre de univers". Se pare că, pînă la urmă, explicația lui Herodot rămîne valabilă. S-au descoperit și unele desene vechi care sugerează același lucru : transportul pe nisip cu ajutorul săniilor ; transportul pe apă, bolovanii fiind fixați între 2 bărci pentru o manevrabilitate facilă ; ridicarea blocurilor cu așa-zisele mașini, care de fapt erau niște balansoare puternice de lemn, pe planuri înclinate și terase succesive. Letronne se mira de faptul că vechii egipteni au putut imagina mașini perfecționate pentru executarea construcțiilor lor, fără să lase măcar o descriere a acestora. Însă atunci cînd Reisner își începea cercetările asupra piramidei lui Mikerinos, 30 de salahori arabi au îndepărtat de lîngă piramidă peste 400 de blocuri care căzuseră din îmbrăcăminte și care cîntăreau de la 1 tonă la 7. Și aceștia nu întrebuințaseră decît pîrghii, funii, sănii de lemn, rulouri și traverse groase. Fantezia i-a împins pe unii pînă la a afirma că s-ar fi utilizat electricitatea și puterea aburului. Desigur, munca, în aparență supraomenească, necesară pentru a eterniza cu mijloace atît de simple o construcție atît de gigantică impresionează, dar s-o punem pe seama aventurii constructive, a provocării înaintașilor noștri, deși să nu omitem speculațiile science-fiction, în măsura rezonabilului ce-l pot discerne în literatura răsfoită, neavînd posibilitatea, pînă acum, de a le pipăi la fața locului.

Asemenea acestor gigantice exerciții de tehnologie sînt și magnificile catedrale durate în Europa. Atunci ce să zicem de cea mai celebră înfăptuire de tehnologie statică, „recentul" turn *Eiffel* ? Se mai poate imagina Parisul fără el ? Dar contemporanul centru de cultură și artă *Beaubourg* ? Deja aceste clădiri sînt denumite monumente ale tehnologiei. Sau cum ar trebui privite soluțiile fanteziste

ale lui Iannis Xenakis care, în 1964, a propus un oraş vertical cosmic, cu o înălţime de mii de metri ? Sau ideea lui Paul Maymont, absurdă, a unor oraşe suspendate pe cabluri ? Bun, şi de ce atîta tehnologie în arhitectură, în chiar spaţiul nostru vital ? Poate pentru că, aşa cum zice Chombart de Louwe :

„Urbanismul nu poate schimba societatea, pentru asta este nevoie de o reformă mai profundă, ci este apt de a crea un cadru în care contradicţiile ei, deşi nu sînt soluţionate, pot fi făcute mai puţin evidente".

Mai toate succesele de tehnologie intrinsecă au fost obţinute profitînd de teama unei anumite opinii, pregătite special în acel scop, sau de o anumită instabilitate de situaţie. Astăzi, încurajarea unei asemenea direcţii pare să nu mai aibă un suport de masă. Atunci în ce direcţie se vor îndrepta cercetările tehnologice ? Înspre economic şi social, iar societăţile îşi vor restrînge domeniul de definiţie spre concurenţă, spre independenţă, spre spirit întreprinzător şi competenţă şi, nu în cele din urmă, spre aventura constructivă. În această direcţie s-a creat un precedent : *Concorde*. Prezenţa sa spirituală a şocat ingurgitaţia diriguitorilor, împingîndu-i spre o campanie dirijată către papilele necunoaşterii calificate a *mass media*, căci civilizaţia noastră era de mult despicată de exponate similare, dar cu o configuraţie supărătoare. Nivelul financiar al unui astfel de aparat a oprit finalizarea prototipului american. Oare numai atît ? Oare nu începem să bruscăm constituţia tehnologiei adevărate ?

Nu îndrăznim să o suprimăm din cauza motivaţiilor inventiilor şi din mîndria de a crea obiecte şi de a evita să privim în faţă schimbările produse. Aşa s-a ajuns astăzi ca viitorologi renumiţi să prezică diferite holocausturi tehnologice sau chiar să decreteze existenţa tehnomaniei.

Elveţianul René Berger afirmă :

„A repeta într-una că lumea noastră este «în plină mutaţie», a devenit astăzi un truism. Şi chiar dacă toţi facem o profesiune de credinţă din modernism, nu-i mai puţin curios să remarcăm dezechilibrul între declaraţiile noastre cele mai ferme, cele mai frecvente şi modul nostru de viaţă, de a gîndi, de a acţiona, foarte puţin modificate.

Dar dacă numai raţiunea ar fi în cauză, s-ar putea vorbi de o neînţelegere, de o eroare sau contradicţie. Or n-am greşi spunînd că o anumită exacerbare arată că este vorba mai mult decît o neînţelegere."

Astfel, căutările tehnologice trebuie să fie reconsiderate şi protejate prin acte legislative şi prin organizaţii de subvenţie la nivel naţional şi internaţional. Punînd la dispoziţie fonduri şi timp, organizînd şi normînd fără constrîngeri de eficacitate imediată, va fi posibil ca în viitor să realizăm ceea ce astăzi denumim „science-fiction".

Vorbeam mai înainte de forţe de constrîngere, aşa că voi cita cîteva fraze avînd paternitatea unuia dintre exponenţii cei mai de seamă ai şcolii liberale, spaniolul Salvador de Madariga :

„O societate umană nu poate să existe fără un anumit grad de constrîngere. Acesta constituie o forţă ce acţionează asupra fiinţelor umane trăind în grup, în mod similar cu gravitaţia în univers. Orice obiect nesprijinit cade la pămînt... Cele două resorturi ale societăţii umane sînt ambiţia şi nevoia ; declinul civilizaţiei occidentale a început în momentul în care legislaţia, influenţată de politică, a început să paralizeze aceste două forţe."

Erich Jantsch prezintă un exemplu pregnant a ceea ce Madariga denumeşte „constrîngeri" şi anume, mutaţiile genetice. Într-un procent de 99% aproape toate sînt nocive, dar în condiţii naturale mutaţiile favorabile rezistă, iar cele nocive dispar. Echilibrul acesta natural, salutar am putea zice, a fost puternic perturbat de progresele atinse în medicină, în alimentaţie şi în alte domenii. Absenţa unui control permanent şi eficient trebuie să ne conştientizeze de pericolul degradării la care ar putea fi supusă fiinţa umană. Acest control poate fi conceput în 2 feluri : repararea genelor la nivelul molecular sau prevenirea reproducerii cuplurilor în care unul din parteneri este lezat la nivel genetic. Prima soluţie, se pare, nu va putea fi aplicată într-un viitor apropiat, cu toate progresele realizate, căci există aproximativ 1 miliard de „semne" informaţionale stocate într-un spermatozoid, 1 000 de „semne" în fiecare genă, şi nu există nici un mijloc de a le controla pe fiecare separat. Biologia molecu-

lară este astăzi mai aproape de posibilitatea de a detecta, prin metode chimice simple, existența genelor recesive nocive. Eliminarea maladiilor ereditare va deveni posibilă prin prevenirea unei procreări între parteneri de gene nocive. Ceva mai mult de 30% din populația mondială poartă gena responsabilă de anemia falciformă și, avînd în vedere caracterul aleatoriu al căsătoriilor, aproximativ 10% din numărul total al acestora vor fi contractate între purtătorii de ambele părți ai unei astfel de gene ; rezultă că 25% din copiii creați din aceste căsătorii vor fi atinși de maladie. De aceea, în viitorul proxim, omenirea va fi pusă în situația de a lua o decizie între „constrîngerea" de a opri expansiunea bolilor ereditare, tehnica detectării la nivel de genă fiind posibilă la acea vreme, sau de a lăsa umanitatea să degenereze drept urmare a uneia din consecințele progresului tehnic. Iată un exemplu dramatic al modului în care poate fi pusă problema binelui și a răului în tehnologie și al urgenței unei opțiuni care să permită umanității să se bucure de avantajele acestei tehnologii, fără ca ele să fie, în mod automat, anulate.

Cea mai importantă promisiune a cercetării tehnologice mi se pare cea sugerată de marele filozof american William James (1842—1910), anume să fie „echivalentul moral al războiului". Tehnologia ne-a furnizat magia autodistrugerii, fiind în același timp și singura cale de ieșire din amplificarea agresiunii noastre. Lăsați-ne să credem că seminția spațială ce sîntem pe cale s-o creăm poate fi un prototip al triumfului tehnologiei fundamentale, căci sîntem aproape de stăpînirea metodelor necesare pentru a rezolva integrarea ei în lumea reală a dorințelor și necesităților sociale. Un singur lucru ne-a mai rămas de făcut, să modificăm atitudinea celor care neagă, a priori, posibilitatea unei astfel de integrări.

LUCRÎND PIATRA, OSUL ŞI LEMNUL

A fost o dată ca niciodată, pe vremea cînd omul devenea om, sau, mai bine zis, începea să devină ceea ce este astăzi, un făcător de minuni.

Tot mai multe mărturii dezgropate din straturile fosile deplasează linia de start tot mai departe de noi. Doar omul, încet, încet, a devenit un producător perfecţionat de unelte, condiţionat de materialele avute la îndemînă şi de tehnologia accesibilă cunoştinţelor sale.

În acea romantică „epocă de piatră", al cărei purtător de cuvînt, Fred Flynstone, ne amuza ecranul televizorului, nu se apela numai la piatră, ci şi la lemn, oase, coarne şi fildeş. Datorită durităţii mai mari, piatra a devenit materialul cel mai folosit. Însă numele acelei perioade a fost influenţat şi de faptul că deţinem mai multe cunoştinţe despre tehnicile de prelucrare a pietrei, decît a celorlalte materiale. Putem considera că preferarea pietrei este mai degrabă aparentă decît reală. Sîntem deseori tentaţi să gratificăm preistoricele pietre drept unelte empirice. Înlăturînd orice posibilitate de înţelegere greşită, se poate afirma că sînt o mulţime de unelte din piatră a căror manufacturare a necesitat o îndemînare tehnologică de cel mai înalt grad.

Termenul de piatră este comprehensiv, definind diferite materiale. Pe de o parte flintul şi obsidianul, iar pe de altă parte granitele şi cuarţitele. Evident, fiecare individ le-a folosit după felul şi forma artefactului. Pînă acum 5 000 de ani, tehnologiile de prelucrare se rezumau, de fapt, la cioplire şi raşchetare.

Cea mai veche, se pare, a fi fost raşchetarea prin lovire, ce consta din folosirea unui bolovan, rotunjit de eroziunea apei, pentru lovirea unei pietre spre a o aduce la forma dorită. Pare ceva foarte simplu, dar în realitate trebuie dobîndite cunoştinţe asupra unghiului şi a direc-

ţiei de lovire. Perfecţionarea acestei tehnologii nu a fost ceva facil, după cum poate părea. A trebuit „să curgă multă apă pe Dunăre" pînă să se atingă perfecţiunea utilului. Din experienţa acţiunii s-a ajuns să se execute percuţia la un unghi de 120° în direcţia de desprindere a aşchiei, într-un punct apropiat de capătul pietrei de prelucrat. Cîndva, omul pietrei a devenit un meşter neîntrecut în raşchetarea pietrei prin percuţie, perfecţionîndu-şi gradat îndemînarea, atingînd performanţe remarcabile, ca desprinderea de aşchii grele de 400—500 g.

Lovind piatra de modelat de un bloc de piatră fix, o nouă tehnologie a luat naştere, aşa-numita „tehnologie a nicovalei". Şi aici, esenţială este aprecierea unghiului de lovire. Principalul dezavantaj al acestor tehnici l-a constituit faptul că zona de unde se desprindea aşchia prezenta o adîncitură, datorită impactului de percuţie. De aceea, marginile pietrelor erau neregulate şi ascuţite. Cu această tehnologie au fost „uzinate" ustensilele aparţinînd culturii „Chelles" din Franţa, timp de 200 000 de ani. Oricum, întîia jumătate a acestei perioade a beneficiat de prima tehnologie. În a doua jumătate a fost descoperită, ori inventată, o nouă tehnologie : lovirea cu un corp cilindric. De fapt, această tehnologie era întrebuinţată numai pentru finisare. Prelucrarea brută se făcea ca şi înainte. Noutatea consta din desprinderea de aşchii mici cu pietre, erodate cilindric, culese de pe fundul vadurilor. Posibil să se fi folosit şi ciocanul din os, lemn tare sau piatră erodată de vînt. Factorii esenţiali ai acestei tehnologii sînt : perpendicularitatea forţei pe suprafaţa de prelucrat şi distribuţia ei uniformă pe suprafaţa de lovire. În acest fel, desprinderea aşchiei nu se mai face dintr-un singur punct ci de pe o zonă de contact. Fiindcă ciocanele din os şi pietre erodate eolian erau relativ rare, în locurile unde era cunoscută această tehnologie trebuie să admitem şi existenţa ciocanelor din lemn, deoarece păstrarea lor pe o asemenea durată este dificilă.

În timp ce un grup de oameni descoperea tehnologia corpului cilindric, un alt grup o dezvolta pe aceea numită „formă de inimă". Aceasta diferea cu mult de cele timpurii prin faptul că forma se obţinea, nemaifiind nevoie de retuşuri, prelucrînd un produs brut de formă asemănă-

toare. În prealabil, se lua un nodul ori o piatră rotundă, ori o aşchie mai mare şi se raşcheta fin în scopul obţinerii formei dorite. O astfel de tehnologie a apărut în sudul Africii şi nord-vestul Europei, în acelaşi timp. Încă nu este evident dacă au apărut separat sau împreună. Este un exemplu, oarecum rar, de evoluţie independentă a aceleiaşi tehnologii în două zone complet diferite, deşi se poate înclina spre o evoluţie convergentă.

În Paleoliticul tîrziu, o nouă tehnologie intra în folosinţa oamenilor : „tehnologia lamelor".

Lamele din piatră erau lungi, relativ înguste, cu marginile mai mult sau mai puţin paralele. Această tehnologie poate fi considerată, la prima vedere, o variantă a tehnologiei formă de inimă, deoarece se consideră esenţială prepararea, într-o fază anterioară, a unei aşchii în formă de inimă. În realitate lucrurile nu stăteau chiar aşa dacă era nevoie să se obţină lame lungi, cu marginile paralele. Ele puteau fi transformate în cuţite, cu dosul tăişului bont, în dălţi, în raşchete şi în alte unelte, prin diferite tehnologii de prelucrare secundară. Prepararea unui semifabricat în formă de inimă pentru producerea lamelor implică, în primul rînd, cunoaşterea tehnologiei de debitare a unui nodul de flint sau a unui bloc de obsidian, ori a unui sort fin granulat de lavă. Bucata de flint este spartă în aşa fel încît să se obţină o suprafaţă fără urme adînci de percuţie. Se aplică o lovitură grea, sub un unghi potrivit, nodului de flint, ce muşcă suprafaţa acestuia pe 90° faţă de direcţia de lovire, deasupra punctului de contact. În timpul debitării, impactul generează un asemenea moment de înconvoiere asupra nodulului, încît mîna suportă o forţă statică destul de mare. După ce materialul a fost astfel cioplit, începe procesul de preparare a inimii pentru obţinerea lamelor.

Blocul obţinut este sprijinit pe genunchi şi este izbit oblic, cu un ciocan mic, prin lovituri uşoare, longitudinale, aplicate exact deasupra punctului de sprijin. Această modalitate de reazem permitea blocului recul, atenuînd lovitura şi realizînd exfolierea. Loviturile trebuiau date sub un unghi de 45° faţă de suprafaţa de lovire, adică la un unghi de 135° cu direcţia de desprindere a aşchiilor. După fiecare raşchetare, blocul este rotit în jurul axei sale,

desăvîrșind acțiunea pe întreg perimetrul inimii. Așa se înlătură neregularitățile și, în timp ce așchiile sînt proiectate toate în aceeași direcție, apare un efect de vibrație cauzat de scarificarea pietrei. Acum, întreaga circumferință este pregătită pentru desprinderea lamelor. Fiecare lovitură acționează peste o intersecție de solzi scarificați, astfel că linia de demarcație imprimă o muchie pe lamă. Ca o variantă tehnologică, lovitura putea fi dată astfel ca lama detașată, mai lată, să prezinte 2 muchii paralele pe suprafața superioară.

Toate tehnologiile de prelucrare a pietrei descrise au fost întrebuințate, de fapt, pentru desprinderea de așchii relativ mari. Dar o modificare a tehnologiei corpului cilindric a dus la prelucrarea fină, aplicată, în principal, de triburile din Africa la execuția vîrfurilor de lance. Chiar și atunci cînd se apela la tehnologia nicovalei, sîntem siguri că se utiliza și finisarea. În Paleoliticul superior, prin tehnologia finisării se produceau ace de gravat. Pentru a transforma o lamă, cu 2 muchii tăietoare, într-o daltă, cu numai o muchie tăietoare, se utiliza tehnologia așchierii secundare. Se teșea un capăt al lamei pe ambele părți, obținîndu-se un punct rugos. Apoi, cu o nicovală se înlăturau așchiile laterale, obținîndu-se acul de gravat, cu condiția ca să se respecte unghiul de atac. Nenumărate variante tehnologice de așchiere secundară au dus la confecționarea a diferite tipuri de ace.

Aparte de tehnologiile folosite pentru producerea diferitelor modele de lame, tehnologia de așchiere prin apăsare a constituit avansul tehnologic al Paleoliticului superior. Să transformi o lamă îngustă într-o lamă de cuțit, cu o muchie ascuțită și o alta teșită, pe care să apese indexul în timpul tăierii, însemna să se înlăture părți de material de pe o latură a lamei. La început, probabil, s-a întrebuințat un ciocan de piatră, și experimentările au confirmat această posibilitate. Însă folosirea acestuia prezenta două dezavantaje : unu, o lovitură greșită putea sparge lama înainte de finisare ; doi, lama fiind ținută în mînă, puteau fi vătămate degetele. Omul pietrei a descoperit că această prelucrare se putea face prin apăsare. O mare invenție tehnologică se născuse. O vom întîlni atît în Paleoliticul superior cît și în cel tîrziu, dar și în Neolitic și Epoca bronzului. Mai întîi, se ținea într-o mînă scula de așchiat

și un capăt al ei era apăsat pe muchia de teșit. Se desprindeau așchii mici, fără pericol de spargere. Sculele erau fabricate din os, lemn de esență tare, fildeș, sau din dinți de mari rozătoare.

O îmbunătățire a tehnologiei s-a produs atunci cînd uneltei de așchiere i s-a fixat un mîner de lemn. Proptind ușor mînerul în torace și lama în capătul așchietor al sculei, se crea posibilitatea ca lama să fie mînuită cu ambele mîini. Însă această tehnologie nu se preta decît la materiale fin granulate ca flintul, obsidianul și opalul. Cele mai remarcabile realizări s-au găsit din perioada protodinastică a Egiptului. În perioada tîrzie a Paleoliticului superior și în Mezolitic, o altă tehnologie a îmbogățit procedeele de manufacturare a cîrligelor în formă de săgeată.

Pentru aceasta, omul primitiv a inventat o sculă denumită „lamă cu solzi". Din numai cîteva mișcări se îndepărtau mai multe așchii, transformînd, în acest fel, o lamă într-un astfel de cîrlig. O dată realizată această cunoștință, omul va începe să inventeze tehnologii în sensul accelerării vitezei de prelucrare.

Către finalul epocii de piatră se inventează și tehnologiile de șlefuire și polisare. Imaginarea lor rezidă din producția unor ustensile ca toporul, barda sau dalta. Ultima prezenta un tăiș ce nu se putea realiza prin așchiere. Multe exemplare descoperite ne certifică întîietatea unei așchieri prin una din tehnologiile cunoscute urmată de șlefuire și polisare. Pentru unele tipuri de roci, cum ar fi cele bazaltice, realizarea fizică a uneltei se făcea, mai degrabă, prin șlefuire decît prin așchiere. Uneori se întrebuințau pentru șlefuire pietre mici, alteori șlefuirea se făcea pe roci încastrate în masiv.

Manufacturarea cîrligelor a stimulat creația tehnologică și iată că, spre sfîrșitul epocii de piatră, tehnologia de găurire a desăvîrșit diversitatea tehnologică a preistoriei. Mai mult, găurile erau ori cilindrice ori conice. Cîteva mărgele din agat sau carneol ne aduc în fața perfecțiunii îndemînării acelor strămoși, iar lentilele microscopului ne asigură de folosirea pulberilor abrazive la prelucrarea unor roci foarte dure.

O nouă idee a scăpărat în această perioadă : recurgerea la unelte din piatră pentru producerea de cupe și vase

tot din piatră, necesare la depozitarea cerealelor. Dălți din rocă extrem de dură erau întrebuințate pentru a modela exteriorul, iar interiorul era scobit cu dălți din piatră rugoasă. În final, atît exteriorul, cît și interiorul erau finisate prin frecare, abraziune și, uneori, lustruire. Ca materiale se utilizau steatitul, alabastrul, ipsosul și o varietate de roci vulcanice.

Despre întrebuințarea oaselor ca materiale de execuție, înainte de Paleoliticul superior nu avem nici o indicație. Într-un început se foloseau așchii din oasele membrelor, care se fasonau și lustruiau la un capăt, prin frecare cu o piatră. Prelucrate astfel, așchiile deveneau simple scule. Mai tîrziu s-a descoperit că trasînd cu acul de gravat, din piatră, caneluri paralele pe oase, fildeș sau coarne, se obțineau semifabricate care puteau fi modelate în unelte, precum vîrfuri de săgeți, de harpoane și ace. Probabil că și multe ustensile de pescuit erau produse din materiale de osatură animală. Pe teritoriul de azi al Sudanului au fost dezgropate un număr mare de piese din os, posibil din părți de membre ale unor animale gigantice — mamuți sau bivoli — folosite în execuția lamelor de topor și securi, șlefuite și lustruite în același mod ca și piatra. S-au descoperit și mărgele din oase și dinți. Găurile sînt date prin sfredelire, eventual cu un vîrf din flint sau pietre similare, înfipt într-un mîner de lemn, și rotit ori cu mîna, ori cu arcul. Folosirea atît de timpurie a unor unelte din os este sugestivă, dar și mai sugestiv pare faptul că în timpurile recente s-a renunțat la acest material biologic, deși prelucrarea sa cu scule din oțel era facilă.

Evidența prezenței lemnului între materialele avute la dispoziție de omul primitiv este indirectă, deoarece conservarea s-a înfăptuit numai în anumite circumstanțe excepționale. Cele mai notabile au fost dornurile de lemn găsite în turba de la Clacton-on-Sea, Marea Britanie, ori în R. F. Germania, ambele aparținînd Pleistocenului mijlociu. În depozitele depistate s-au descoperit și raclete din piatră, asimilabile uneltelor ideale pentru rașchetarea lemnului. De fapt erau forme primitive de cuțitoaie. În mod rezonabil, se poate afirma că, în Paleoliticul inferior și mijlociu, omul recurgea destul de des la lemn. În Paleoliticul superior evidența este directă, datorită specializării uneltelor ; putem fi siguri că unele erau dotate cu mînere din lemn.

Exemple sînt microlitele ce au apărut în Paleoliticul superior și au continuat să existe pînă spre sfîrșitul epocii de piatră. Răzuitoarele și cuțitoaiele preistorice formează o caracteristică permanentă a culturii Paleoliticului superior. Probabil în Mezolitic și pînă către finele Neoliticului noi tehnologii de prelucrare a lemnului au devenit practicabile, datorită invențării unor topoare și bărzi mai mari și chiar a unor tîrnăcoape. În timp ce cu uneltele din piatră, confecționate prin cioplire și șlefuire, era foarte dificil să se doboare un copac, invenția topoarelor din piatră, șlefuită sau lustruită, a schimbat complet situația.

În Mezolitic și Neolitic, lemnul a început să fie întrebuințat și la realizarea de structuri. Nu deținem nici o probă despre existența unor ferăstraie, deși știm că numai aceste ustensile sînt nimerite pentru asemenea construcții. Ferăstraiele pentru tăierea trunchiurilor și buștenilor nu au fost niciodată executate atunci și dacă apar asemenea lucrări, ele au fost făcute numai cu topoare și dălți.

În acele vremuri a fost inventată și o formă primitivă de pană. Era decupată cu grijă, iar crestătura era incizată cu o daltă din piatră. La acea dată, materialul lemnos mai era folosit și la scobirea canoelor. Alura exterioară era obținută cu topoare și bărzi din piatră, în timp ce, pentru fasonarea interiorului se recurgea la foc, fiindcă așchierea lemnului carbonizat era mai ușoară.

Putem afirma, deci, că întreaga epocă de piatră a fost definită printr-o mai mare atenție de inventarea unor tehnologii mai rapide și mai eficiente de transformare a pietrei în unelte și arme, în contrast cu tehnologiile de prelucrare a lemnului și a oaselor care au rămas simple procedee neevoluate.

Desigur, nu putem încheia această activitate fără a aminti și de creațiile din teritoriul carpato-dunărean. Cît de vechi sînt ele ? Sînt tot atît de interesante ca și cele aflate de mult în evidența istorică a civilizațiilor ? Au parcurs ele toate etapele sau au fost aduse de alții ?

Uneltele din os, spart intenționat și fasonat pentru a fi bune la tăiere, străpungere, despicare, răzuire, zdrobire, descoperite de C. S. Nicolescu-Plopșor, la Bugiulești — Vîlcea, datează de acum 2 milioane de ani, probînd existența unui nucleu de hominizi, pare-se cel mai vechi din Europa ! Cele dintîi unelte de silex, cioplite de mîna tehnologică a

omului, datează de acum 600 000 de ani și au fost revelate pe valea Dîrjovului, Olt, pe valea Mozacului, Argeș și la Racoviţa, Sibiu. Arheologii noștri au adus la lumină originalitatea unor opaiţe scobite în bazine de urs sau a unor harpoane din oase de ren despicate ori a unor tîrnăcoapeciocan, pentru exploatarea silexului, care pot fi considerate cele mai vechi unelte de pe continent. Aș mai menţiona uneltele miniaturale, descoperite la Băile Herculane, excepţionale prin finețe și funcţionalitate. Topoarele din silex, șlefuite, perforate și fixate în cozi de lemn, aparţinînd Neoliticului, precum și primele jucării rudimentare și întîiele instrumente muzicale par să dea singure răspuns la acele îndoieli îmbrăţișate de cei ce nu vor să vadă și să audă.

Nu este pe lume plăcere mai mare

Pentru a merge mai departe în istorie, omul a trebuit să apeleze la vînătoare și pescuit și la tracţiunea animală. Aceste „obiceiuri" fundamentale l-au desprins din mediul animalelor. Tehnicile uzitate în procurarea și stocarea hranei au debutat ca fiind similare cu cele ale strămoșilor speciei. Istoria lor îndepărtată este revelată, pas cu pas, de către arheologi, dar poate fi de asemenea depistată și la unele triburi recent descoperite.

Pentru a coborî fructele din copac la nivelul gurii sau pentru a desprinde scoicile fosile de pe roci erau folosite bastoane, cel mai primitiv echipament tehnic cunoscut. Tasmanienii de demult și alte grupuri din pădurile tropicale recurgeau la bețe simple, pentru săpat și pentru scăpărarea focului. În schimb, boșimanii foloseau bețe împreunate cu pietre găurite. Acestea au fost prototipurile unui șir de instrumente specializate ca plugul, cazmaua, sapa și furca. Culesul semințelor sălbatice a stimulat confecţionarea de instrumente adecvate : bătătorul și coșul. Ele vor apărea și la populaţiile neagrare.

Uneltele de vînătoare și de pescuit se pot clasifica în funcţie de efectele lor astfel : unelte de zdrobit ca măciuci, bîte, praștii, capcane ; unelte de străpuns ca pumnale, lănci, harpoane, săgeţi de arc, săgeţi cu reacţie ; unelte de prins, ca lasouri, capcane cu arc, capcane cu

lat, plase. Diferențele dintre săgeata de arc, săgeata cu reacție și praștie sau alte instrumente apropiate este foarte importantă. Cu fiecare se obține un alt fel de impact.

Pînă la designul uneltelor specializate, acei primitivi au întrebuințat nedefinite bucăți de lemn al căror efect le-a deschis apetitul pentru tehnologie. Unei specii atît de vulnerabile și de lente ca a noastră, măciuca a contribuit din plin la vînătoare — cum și în prezent este uzitată la molestarea puilor de focă — dar a căpătat și un rol secundar, apelîndu-se la ea și pentru desprinderea blocurilor de piatră. Pe de altă parte, azvîrlirea suliței a continuat să simbolizeze, pe fiecare continent, arma primitivă a vînătorii. Perfecționîndu-i forma, am realizat bumerangul, permițînd un bun control al zborului. Bumerangul australian, cu forma lui de seceră, cu capetele ușor curbate unul spre celălalt, realizează efectul elicei. O secțiune prin corpul său prezintă o suprafață convexă și o alta plană ! Asemenea bumeranguri pot fi depistate și în sudul Indiei, în Africa, în America de Nord, fiind folosite și în antichitate, în Egipt și Europa mezolitică. Proiectilele de piatră și-au găsit loc mai mult în încăierări decît la vînătoare. De la simple tehnici de aruncare cu mîna, în care multe popoare atinseseră o mare îndemînare, s-a ajuns la praștie. Acest lucru a dus, probabil, la o foarte timpurie preocupare față de forma proiectilelor în perioada Paleoliticului superior în Europa. Praștia apare pe monumentele miceniene și în Biblie, fiind larg întrebuințată în epoca bronzului pe continentul nostru, dovedindu-se familiară tuturor popoarelor primitive, atît din lumea nouă, cît și din cea veche. Aruncarea cu praștia sau suflarea alicelor prin tub este practicată și astăzi, în special pentru doborîrea păsărilor. Pumnalele din piatră s-au dovedit mai eficiente, în general, la vînătoare, fie că erau înfipte de aproape sau aruncate de departe. Apărute în Paleoliticul timpuriu, perfecționate continuu, erau îndeobște utilizate la vînătoarea animalelor rapide.

Marea varietate de hrană, de piei, de carne, de oase și de coarne a acestor creaturi a stimulat specializarea uneltelor. De la modestul baston — utilizat atît la scormonit, cît și la aruncat — întreaga familie de arme străpungătoare s-a diversificat destul de timpuriu. Sulița, la început un simplu băț cu vîrf, manufacturat cu o piatră ascuțită

sau cu ajutorul focului, s-a diferențiat rapid în lănci grele pentru străpuns, în proiectile sau sulițe ușoare. Încă din Paleolitic, sulițele au avut un caracter universal. Avansînd în tehnologia prelucrării lemnului, pietrei, osului și metalului, dar și în confecționarea legăturilor, ele au devenit din ce în ce mai bine executate, echilibrate și echipate cu capete de o mare varietate de forme. Acestea erau executate pentru o penetrație adîncă și chiar cu mai multe vîrfuri, în scopul măririi șansei capturării viețuitoarelor prea iuți, precum păsările și peștii. Omul paleolitic a mai recurs și la cîrlige și chiar capete detașabile, care să rămînă în animalul doborît. Mai tîrziu, sulițele au fost încorporate în gropile capcanelor. Forța propulsivă și tirul au crescut prin inventarea arcului, atît de familiar celor ce-au apucat Paleoliticul tîrziu. Capetele detașabile au fost adaptate și la săgeți ori chiar la harpoane, principiu ce-l găsim și astăzi uzitat la armele de vînătoare subacvatică.

Harpoanele primitive ale celor din Țara de Foc au capetele din os, modelate ca un cîrlig lung, înfipte în despicătura unui mîner și legate cu fîșii de piele. Vîrful nu poate fi complet înfipt în crestătură, astfel că înfășurarea îi permite desprinderea în urma șocului de pătrundere. Harpoane mai eficiente, lansate cu arcul, erau întrebuințate în America de Nord la prinderea focilor și a delfinilor, în America de Sud, pentru broaștele țestoase, și în Africa, la vînătoarea hipopotamilor. Caracteristic le era faptul că numai vîrfurile capetelor erau detașabile. Însă cele mai sofisticate harpoane, cu vîrfuri articulate, le au eschimoșii. Funia nu este legată de capăt ci de mijlocul lăncii. Funia de legătură dintre capăt și vîrf permite o facilă desprindere la impact. Eschimoșii au aplicat acest sistem atît la harpoanele grele, de care se făcea uz la vînatul focilor și morselor, cît și la harpoanele de tip săgeată, uzuale în Alaska la capturarea vidrelor. Un altfel de tip de harpon, prevăzut cu flotoare, aflat tot în recuzita eschimoșilor, este considerat o realizare de vîrf a tehnologiei primitive.

Revenind la arc, îl putem considera ca primul acumulator de energie. Prima reprezentare certă a arcului ne-a parvenit din nordul Africii, dintr-o perioadă corespunzînd jumătății Paleoliticului superior în Europa — circa 30 000—15 000 î.e.n. — cînd Sahara era o înfloritoare

păşune. Posibil să fi penetrat în Europa prin Peninsula Iberică, unde a fost întrebuinţat, la început, pentru împuţinarea faunei post-glaciare : căprioare, zimbri şi porci sălbatici. Putea fi confecţionat atît dintr-o bucată de lemn ori de corn ori din mai multe elemente. Ultima formă constructivă se manufactura fie din mai multe elemente de lungimi diferite, fie din mai multe elemente de aceeaşi lungime, din acelaşi material sau din materiale diferite, în cazul în care se urmărea creşterea elasticităţii. Atît arcurile compuse cît şi arcurile din compozite se află astăzi în dotarea eschimoşilor şi a unor etnii de amerindieni din America de Nord.

Arcul simplu, cu un singur element elastic, a fost, în general, construit din lemn de palmier, de bambus, sau de tisa medievală britanică, iar ocazional, din coarne de cerb sau ren. Poate fi descoperit de la o lungime de aproximativ 1 m, în deşertul Kalahari şi în Scandinavia vîrstei de bronz, pînă la lungimi de peste 2 m, la amerindienii andini. Pentru o bună funcţionalitate a fost subţiat spre capete şi practicat cu crestături, găuri sau urechi pentru prinderea corzii. Piele, fibre, păr, tendoane, iată cîteva materiale avute la îndemînă. Acurateţea şi forţa de lansare depind de lărgimea dimensiunilor elementului elastic.

Cel mai simplu şi cel mai răspîndit model de arc realizat din compozite este arcul cu coardă din tendon, prinsă în afara părţii convexe. În acest fel se suplimenta forţa de elasticitate, deoarece atît la încordare cît şi la destindere, el se curba în direcţii opuse. Acest tip de arc a fost multă vreme folosit, probabil, în ţările de la nord, cu păşuni, păduri de conifere şi tundră, unde lemnul inferior şi materia cornoasă erau singurele materiale posibile. Cele mai complexe arcuri le-au avut vînătorii siberieni, care ataşau lame cornoase pe partea concavă din interior. Marile civilizaţii din Persia şi Anatolia, înzestrate cu artizani de geniu, produceau arcuri uşoare şi deosebit de elastice, manufacturate din mai multe lame finisate din lemn, coarne, tendoane şi plăci osoase. Arcul turcesc, un arc compozit de dimensiuni reduse, construit anume pentru luptătorii călare, catapulta săgeţile la aproape 500 m, de două ori mai mult decît arcurile lungi ale englezilor, şi se pare că a jucat un rol hotărîtor în expansiunea militară a turcilor.

Tubul de suflat lansează suliţe mici şi-l găsim prezent la unele popoare din sud-estul Asiei, în Indonezia şi în America de Sud tropicală. Beneficiind de forţa propulsivă a aerului expirat din torace, suliţele trebuie să fie uşoare şi nu mai lungi de 30 cm. În scopul asigurării unui efect sigur, vîrfurile se ung cu otravă. Tuburile se confecţionează din trestii ori fibre de iarbă înaltă, între 2 şi 4 m lungime, cu un diametru de 0,6 cm sau chiar mai puţin. Se astupă partea dinspre care se suflă cu un dop de măduvă pentru etanşare. Simple, scurte, asemenea arme erau folosite de pescarii de pe coasta Malabar din India sau de cei din Amazonia. Tuburile de vînătoare necesitau o construcţie mai elaborată. Mai multe inele de bambus sau de trestie erau asamblate într-o formă tubulară. Partea din interior a tuburilor lansatoare aparţinînd băştinaşilor din peninsula Malaya sau din Borneo sînt căptuşite cu inele dintr-o specie de bambus ce poate avea o distanţă de 2 m între două noduri. Ele se asamblează din 2 segmente care, după retezarea nodurilor, se introduc unul într-altul. Altă tehnologie de asamblare, folosită în Malaya, Filipine şi Amazonia, utilizează un înveliş exterior format prin îmbinarea a două segmente canelate. În India şi Borneo se executau tuburi şi dintr-o singură bucată, cu ajutorul unei dălţi din metal. Această tehnologie a pătruns şi în Lumea veche.

Săgeţile malayeziene, aflate în folosinţa triburilor Sakai, ating 20 cm lungime şi un diametru de 0,3 cm ; sînt confecţionate dintr-o frunză de palmier. Vîrful, prevăzut cu crestături, pentru a produce o rană mai adîncă, este uns cu otravă, în timp ce baza este fixată într-un con de măduvă. Un dop de fibră preia întreaga presiune şi proiectează săgeata. Săgeţi similare sînt folosite în Guyana şi în alte zone din America de Sud, unde tirul bate pînă la 50 m. Existenţa acestor arme în diferite zone a promovat variante constructive şi multiple invenţii locale. Similitudinea de preparare a săgeţilor este remarcabilă avînd în vedere că această armă s-a dezvoltat independent, neavînd nici o probă de natură etnografică sau arheologică ce să ateste existenţa unor legături în acea perioadă prea îndepărtată.

Două arme asemănătoare, laţul şi lasoul, au o mare vechime. Folosirea lui o întîlnim pe toate continentele.

Primul s-a transformat în lasou, o armă de aruncare, în Egiptul protodinastic, în Grecia minoică și în America precolumbiană. În esență, lasoul este o coardă lungă, prevăzută cu o înfășurare de lat la capăt, înfășurată colac și care, în timpul aruncării, se desfășoară, prelungind acțiunea la distanță. Bolas, o armă deosebit de veche, și în prezent în dotarea patagonezilor și a eschimoșilor, este constituit din mai multe corzi legate împreună și prevăzute cu greutăți la capete. Aruncarea este similară cu a lasoului.

Variate tipuri de năvoade primitive au întrunit o dezvoltare îndelungată și pe o arie mare geografică. Principalele tipuri și tehnologiile de bază uzitate în confecționarea lor se constituie printre cele mai vechi cunoștințe ale omului. Le întîlnim în Paleolitic, în Europa mezolitică și, în prezent, în Finlanda și Estonia, cum ar fi cele prevăzute cu flotoare. Plasa, undița și cangea au fost adoptate pentru exploatarea fondului piscicol abundent, existent în Paleoliticul superior în regiunile baltice. Sculele de pescuit sînt vechi, așa de vechi încît ele se găsesc la toate triburile primitive de pe fiecare continent. Cîrligele de undiță, de la un simplu vîrf ascuțit la cel de compozite, cu mai multe vîrfuri, și cu momeală, concluzionează condiționarea tehnologică a ingeniozității primitive. Cîrligele au fost reperate arheologic din Baltica și Palestina mezolitică pînă în cele mai vechi locuri predinastice din Egipt. Populațiile baltice dispuneau de cîrlige în formă de *U*. Cele în formă de *V* au apărut în Neoliticul european central, dar existau deja în Egipt. Meseriașii primitivi elaborau și forme speciale, în funcție de particularitățile anumitor specii, așa cum sînt cîrligele în formă de *U* orizontal din dotarea populațiilor Nootka și Kwakintl, care, mai mult, sînt grupuri de zone împădurite.

În Danemarca mezolitică se recurgea la capcane în care prada, o dată intrată, nu mai avea putință de întoarcere. Formele răspîndite în lumea întreagă sînt deseori prevăzute cu stăvilare, construite atît pentru vînătoare cît și pentru crescătorii. Scandinavia este cea care revelează asemenea lucrări. Cu toate că capcanele cu groapă și cușcă erau uzitate pentru captarea animalelor, construcția lor era laborioasă comparativ cu cele încropite pentru uciderea

sau schilodirea lor. Majoritatea acestora din urmă funcționau ori prin căderea unei greutăți suspendate, ori prin acționarea unei săgeți, ori prin sugrumarea în laț. Multă inventivitate tehnologică au acumulat aceste primitive dispozitive care rămîn, totuși, la îndemîna oricăruia dintre noi, cei din lumea de poimîine.

În raniță cu un baston de... inventator

Cea mai mare parte a alimentelor în stare crudă se deteriorează sub incidența unor condiții ordinare cauzate de mucegai, bacterii, fermenți, oxizi, insecte, rozătoare, ciuperci și altele. Din aceste cauze, omul a fost nevoit să-și prepare mîncarea și să și-o prezerve, fără a înțelege pe deplin fenomenele și recurgînd la metode empirice. Extinderea acestor preocupări a crescut o dată cu revoluția industrială a secolului al XIX-lea, cu creșterea urbanizării, corelată cu o rapidă creștere a populației, în special în vestul Europei, în Statele Unite ale Americii și în țările Commonwealth-ului, care se populau cu emigranți europeni.

Sortarea, tratarea, conservarea, împachetarea și depozitarea alimentelor pentru distribuire, menținînd calitățile nutritive, prospețimea și parfumul gusturilor, constituie astăzi o adevărată disciplină de management. În fabricile moderne sînt aplicate pe deplin cercetări științifice și mecanizări tehnologice, astfel că tehnologia preparării alimentelor înglobează elemente de chimie, fizică, biologie, psihologie și nutriție. Ea implică nu atît descoperirea de noi tehnici și procedee, cît și reconsiderarea metodelor tradiționale cu mai multă competență și control.

În 1850, tehnologia alimentară era încă în faza embrionară. Se pare că expoziția universală din 1867 a marcat începutul ei. Cu toate acestea, empirismul mai dăinuie multă vreme, nefiind detronat nici chiar în 1911, data apariției monumentalei lucrări *The Technology of Bread-making*. (Tehnologia fabricării pîinii) a lui W. Jago și W. C. Jago. Oricum, înainte de 1900, cîteva dintre firmele de specialitate posedau, deja, laboratoare proprii.

Dintre acestea se vor impune cele a căror reputație o recunoaștem și astăzi.

Procesele tehnologice pot fi categorisite, cu aproximație, în tradiționale și moderne. Primele includ uscarea la soare și vînt, sărarea, afumarea, murarea în oțet și saramură, prezervarea prin zahăr și fermentație ca brînza, caşcavalul, vinurile și berea. În urma acestor procese, produsele finite diferă de materia primă, astfel că tratamentul nu are drept scop numai conservarea lor ci și prezentarea într-o formă mai atractivă. Procedeele moderne ar fi conservarea prin îmbuteliere, refrigerarea, deshidratarea și conservarea prin chimicale. Calitatea acestora se evaluează prin realizarea a 3 obiective : evitarea pe o durată lungă a descompunerii alimentelor, menținerea calităților nutritive și păstrarea plăcerii gustului, parfum, culoare, toate oferind posibilități de transport și dezvoltare pe scară industrială.

Cînd, în 1795, Directorul primei republici franceze, preocupat de numeroasele victime ale scorbutului din echipajele îmbarcate, promitea un premiu de 12 000 de franci celui ce va inventa o bună metodă de conservare a alimentelor, Nicolas Appert era un bucătar din Paris, în vîrstă de 25 de ani, deștept, stăruitor și în căutarea norocului. Începe să facă experiențe sistematice, să fiarbă alimente diferite în vase bine închise, deoarece observase în practica sa de gătit că în acest fel rezistau mai mult. Cheltuiește o grămadă de bani, dar la sfîrșitul anului 1810 dă tiparului o carte în care expune principiile de conservare, pentru cîțiva ani, a tuturor substanțelor animale și vegetale. Comisia guvernamentală îi dăruiește cu generozitate premiul promis. Se folosea, într-adevăr, o metodă eficace și apropiată nevoilor. Aplicarea sa a însemnat fondarea industriei moderne a conservelor alimentare. Procedeul Appert consta în aducerea alimentelor la o temperatură mortală pentru microorganisme — minimum, 70—80° C — avînd grijă ca după acest tratament să se evite contactul cu aerul ; de fapt se realiza sterilizarea alimentelor în repiciente care nu dădeau voie aerului să intre. Nu se distrugeau toate microorganismele interne, dar ulterior acțiunea bacteriilor era neutralizată.

Prima întreprindere care a utilizat tehnologia în cauză a fost chiar a lui Appert. Alimentele veneau depozitate în vase de sticlă, destul de încăpătoare, cu gîtul larg, astupate cu dopuri din plută, iar sterilizarea se realiza în „baine — marine", prin imersiune în bazine de zidărie, fier sau lemn, pline cu apă la 100°C. După cîţiva ani a început prepararea conservelor prin procedeul Appert şi în Anglia, unde Peter Durand, în 1810, patentase folosirea conservelor pentru lapte, mai uşor penetrabil la căldură şi mai rezistent ; între 1818 şi 1820 se breveta şi în S.U.A. Însă marea expansiune a acestei tehnologii a început, de fapt, în 1850, o dată cu introducerea autoclavelor.

Înainte de 1850 se reuşise ridicarea temperaturii de fierbere a apei la peste 100°C, amestecînd-o cu sare marină sau clorură de calciu, însă conservele ţinute în baie atingeau 110—111°C, crăpau şi se deformau. Procedeul aparţinea lui J. H. Gamble. Autoclavele timpurii erau primitive şi periculoase. Appert însuşi a utilizat autoclave ; fără a cunoaşte dacă nu a fost chiar el acela care le-a imaginat. Raymond Chevallier Appert, succesorul lui Nicolas, a utilizat autoclave de înaltă presiune, dotate cu supape de siguranţă şi cu termometre de supraveghere. Începînd din 1874, autoclavele au fost prevăzute cu boilere independente.

Să ne aruncăm o privire asupra tehnologiei folosite de Gamble, aşa cum era ea descrisă în catalogul expoziţiei din 1851. Se introduceau alimentele, semipreparate, — împreună cu puţin bulion sau suc de carne — în bidoane de cositor acoperite, prin lipire, cu capace în care se practica un mic orificiu. Recipientele erau apoi semiimersate într-o baie salină încălzită deasupra punctului de fierbere a apei şi lăsate pînă cînd ieşea tot aerul. Se realiza ermetizarea astupînd gaura cu un mic punct de sudură. Cantitatea infimă de oxigen, ce rămînea în conservă, intra în reacţie cu materia animală sau vegetală la temperatura indusă, prevenind alterarea. După aceea erau testate într-o cameră încălzită la aproximativ 80°C ; dacă izbucnea putrefacţia, gazele generate pulverizau ambalajul, dacă nu, rămîneau bune de consumat.

În 1845, Goldner, care conservase alimente în Moldova, tot atît de bine ca şi în Anglia, a acceptat un contract

cu Amiralitatea britanică pentru conservarea a 11 000 l de supă, 2 000 kg vegetale și 11 500 kg de carne necesare expediției lui J. Franklin (1845—1848), cu vasele *Erebus* și *Terror*. Fiind în pericol de a nu-și onora contractul la timp, Goldner a solicitat și a obținut permisiunea de a livra supa în recipiente mai mari decît cele specificate. Cea mai mare parte din marfă s-a alterat, făcînd obiectul unei anchete ulterioare. Degradarea a fost atribuită, în parte, preparării grabnice, dar semnificativă a fost utilizarea, pentru prima dată, a unor containere mai mari de 2,2 l. A fost stabilită o corelație între dimensiunile prea mari ale conservelor și grabnica alterare a produselor, deși astăzi nu mai există nici un dubiu privitor la preparare, deoarece tehnologia utilizată de Goldner nu asigura sterilizarea straturilor profunde.

De fapt, pînă la Pasteur, în 1861, și chiar mai tîrziu, nu a fost posibilă fundamentarea științifică a procesului de conservare. Pionierii acestei tehnologii aveau puține cunoștințe despre bacteriologie sau chiar deloc. Metodele lor de sterilizare erau însoțite de încercări empirice și erori, facilitînd alterarea.

Revenind la autoclave, trebuie să înțelegem că istoria procedeelor de conservare este intim legată de evoluția utilajelor și a materialelor de construcție a recipientelor, precum și a procedeelor de umplere. În acei cilindri mari ai autoclavelor, acoperiți de robuste capace, era posibilă imersarea recipientelor în apă fierbinte sau în jeturi uscate de vapori, încălziți la presiuni mari. Conservele puteau fi ținute la orice temperatură, fără să se deterioreze, iar timpii de sterilizare erau scurtați ; de la 5—6 ore, la 100°C, se ajunsese la 30—40 minute, la 115—116°C. Realizarea, în 1920, a autoclavelor de mari temperaturi (125—135°C) a permis automatizarea proceselor.

Astăzi nu este, practic, produs din natură care să nu poată fi conservat. Bineînțeles, tehnologia s-a îmbogățit ; se adaugă vitamine și substanțe organice, în funcție de natura produsului, de numărul de microorganisme, de dimensiunile recipientului, stabilindu-se durata de sterilizare și temperatura. Stelirizarea este operația cea mai importantă din întreg ciclul, deoarece hotărăște valabilitatea produsului.

În 1870, cînd agricultura britanică a fost atinsă de marea criză, mulți fermieri și-au reprofilat fermele pentru obținerea de produse lactate și de livadă, care păreau să ofere o mai bună perspectivă.

Principala problemă în livrarea laptelui proaspăt este distribuirea sa cît mai rapidă. Începutul migrării laptelui proaspăt către oraș este contemporan cu dezvoltarea căilor ferate. Începînd din 1865, drumul laptelui se va lărgi mereu, o dată cu creșterea încrederii fermierilor în acest mijloc de transport. Invenția, în 1865, a unui vas refrigerator, răcit cu apă, va ajuta sosirea lui în bune condițiuni la destinație. Mult timp, laptele a fost livrat în bidoane mari din tablă cositorită. Rămîneau în uz pînă la degradarea stratului de cositor, și de aceea a fost nevoie să se ajungă, în 1900, la pasteurizare. De fapt, pasteurizarea a fost gîndită pentru a preveni răspîndirea tuberculozei prin lapte, un bun agent. Cercetările americanilor au demonstrat că încălzirea laptelui la 110°C, timp de 20 minute, într-un vas închis, atribuia produsului o nouă calitate septică, păstrînd aroma și proprietățile de decantare. Crema obținută după pasteurizare putea fi transformată în unt.

Probabil piatra unghiulară a procesului de fabricație a untului l-a constituit inventarea, în 1877, a separatorului centrifugal de către inginerul suedez Gustav de Laval. Acest utilaj a intrat în folosință curentă în 1880, fiind, mai tîrziu, îmbunătățit de către von Bechtolsheim, în 1890, prin adăugarea așa-numitelor discuri „alfa", așezate unul peste altul sub rotor. Datorită lor, conținutul este divizat în straturi egale, grăbind separarea smîntînei. Înainte de apariția acestui utilaj, laptele era depozitat în largi castroane din porțelan, oțel cositorit sau fier emailat, pînă cînd se ridica smîntîna. Ea era transferată în vase de lut, cu ajutorul unor linguri găurite, unde staționa cîteva zile, pentru maturare, înainte de a se bate untul. Untul produs din smîntînă nematură era insipid și, spre sfîrșitul secolului, avea să fie folosit la fabricarea unor sorturi de brînză.

Din punct de vedere tehnologic, cea mai importantă realizare pare a fi fost introducerea, în jurul anului 1890, a unui test rapid de determinare, în cîteva minute,

a concentrației de grăsimi din lapte, produs pentru prima oară de A. M. Babcock de la stațiunea experimentală agricolă din Wisconsin. Mai tîrziu, N. Gerber, din Zürich, îl va îmbunătăți. Testul s-a dovedit de o reală importanță în evaluarea laptelui, dar mai ales în preîntîmpinarea diluării lui.

Cele mai multe feluri de brînză, existente înainte de 1850, precum și metodele de preparare, erau pe de-a întregul tradiționale. Chiar și în aceeași localitate, calitatea varia de la un producător la altul, depinzînd de îndemînarea și priceperea acestuia precum și de cunoașterea unei rețete. Unul din cei mai vestiți producători al nu mai puțin vestitei brînze *cheddar*, numită astfel după districtul Cheddar din Somerset, era, în 1850, Joseph Harding, din Marksbury, din a cărui tehnologie au învățat și cei din Ayrshire. Cea mai importantă etapă a procesului tehnologic folosit de Harding era de a utiliza zerul învechit de o zi ca starter pentru următoarea șarjă, înainte de adăugarea cheagului. Este interesant de arătat că procesul de fabricație din vestul Angliei, locul de baștină al *cheddar-ului*, nu a realizat nici un progres, pe cînd în Canada, S.U.A. și Australia prolifera producția acestui sortiment. În 1889, R. J. Drumond a fost angajat de asociația lăptarilor din Ayrshire pentru a-i învăța metodele canadiene. În același timp, cercetările bacteriologice evoluînd, Drumond va critica tehnologia lui Harding, considerînd că utilizarea ca inițiator a zerului acid nu era elocventă din punctul de vedere al aciditățiii, neștiind cît de acru era laptele ; în plus favoriza reproducerea unor loturi defectuoase. De asemenea, a criticat metodologia de control a temperaturii și a măsurii cantității de cheag adăugat. Drumond a utilizat un cheag standard și nu a recurs la un inițiator, asigurînd o aciditate corectă pentru închegare prin controlul temperaturii laptelui în timpul învechirii. Determinarea maturității a reușit-o imaginînd testul „fierului înroșit" — aplica o piesă din fier înroșit pe o bucată de brînză din care zerul fusese scurs. Dacă condițiile fuseseră bune, brînza se lipea de fier, fiind dezlipită în lungi fibre subțiri. Acest test a rămas în uz pînă în 1899, cînd aciditatea a început să fie determinată prin titrare.

În 1835, englezul Newton înregistra primul patent pentru condensarea laptelui, iar, în 1849, C. N. Horsford prepara, deja, lapte condensat, în adaos cu lactoză. În 1853, după 10 ani de experienţe, Gail Borden, din Litchfield, Connecticut, solicita un patent privitor la evaporarea laptelui în vid. I-a fost acordat, astfel că, în anul următor, obţinea la Bourville prima producţie comercială. Produsul avea să fie definitiv realizat în timpul războiului de secesiune, facilitînd aprovizionarea nordiştilor. În aceeaşi perioadă, în Anglia, Grimwade reuşea să fabrice lapte praf. Laptele ambalat de Borden nu era steril microbiologic, dar conţinea suficient zahăr pentru conservare. Elveţianul J. B. Meyenberg, lucrînd la firma *Anglo-Swiss Condensed Milk Company*, experimentează, din 1880 pînă în 1883, sterilizarea laptelui condensat neîndulcit, într-o autoclavă pivotantă, pentru care va obţine un patent în 1884. În 1885 emigrează în America unde, după cîţiva ani petrecuţi la *Helvetia Milk Condensing Company*, din Highland, Illinois, înfiinţează cîteva fabrici în vestul mijlociu şi pe coasta Pacificului.

Baleind aplicaţiile industriale ale deşeurilor de prelucrare a laptelui, caseina este cea principală şi a fost profeţită de Baconnat într-o celebră comunicare la Academia de Ştiinţe din Paris, dar în care nu erau înşirate principalele utilizări de astăzi ; de la clei pentru lemn şi porţelan la prepararea masticului, de la limpezirea lichiorurilor la confecţionarea de flori artificiale, de la luciul hîrtiei la înlocuitor pentru convalescenţă. În ultimii douăzeci de ani a invadat un nou domeniu : producţia maselor plastice. În rest, folosirea laptelui rămîne antică : energetico-alimentară, colorant şi limpezitor.

Revenind la tehnologiile moderne de prezervare, refrigerarea are să aparţină secolului nostru. Şi, totuşi, nu-i aşa, căci începuturile i le găsim în secolul trecut. Se ştia dintotdeauna calitatea de conservare a alimentelor, a frigului şi aceasta deoarece toate transformările chimice, inclusiv procesul vieţii, devin mai lente pe măsură ce temperatura coboară. Din cele mai vechi timpuri, gheaţa naturală a apărut ca o alternativă, dar la scară limitată, pînă la inventarea refrigeratorului. În 1834, patentul nr. 6 665 i-a fost acordat lui L. W. Wright pentru producerea gheţii artificiale printr-un proces de com-

presie a aerului, iar patentul nr. 6 662 lui Jacob Perkins pentru obținerea gheții prin expansiunea unor fluide volatile. De asemenea, în 1839, astronomul Piazzi Smyth a construit o mașină de fabricare a gheții prin destinderea aerului comprimat. Dar nici una dintre acele mașini nu a fost utilizată în scopuri practice. John Gorrie, un american, este creditat cu inventarea, în 1849, a unui refrigerator utilizat în comerțul cu carne congelată. Brevete pentru producerea frigului artificial și a gheții, prin cele 2 metode, au început să fie acordate pentru diferite procese tehnologice, începînd din 1850 și probabil că datorăm lui James Harrison aplicarea unui brevet, pentru prima dată, într-un proces, la o fabrică de parafină. Harrison emigrase, în 1837, în Australia și editase *Melbourne Age*. Fiind interesat de tehnologia refrigerării înființează o fabrică la Rodey Point, în statul Victoria. Să nu uităm că Australia a fost prima țară ce a exportat carne conservată ; iată că a fost și prima care a exportat carne congelată pe „bătrînul continent". Cercetările comune, vreme de cîțiva ani, ale lui Thomas Sutcliffe Mort și ale francezului E. D. Nicolle au dus la fondarea, în 1874, a companiei *New South Wales Fresh Food and Ice Company*, ce utiliza agregate cu amoniac.

Peștele a fost unul din cele dintîi materii prime ce s-a pretat la așa ceva, dar numai dacă înghețarea se dovedea rapidă. Altfel devenea umed și se deteriora repede la dezghețare. Efectul congelării nu a fost înțeles pînă în 1933 și de aceea rațiunea utilizării refrigeratorului în industria piscicolă s-a rezumat numai la fabricarea gheții artificiale și la asigurarea condițiilor de frig pentru durata scurtă a transportului. În industria laptelui, refrigerarea asigura răcirea laptelui și a untului pe timpul transporturilor din Australia și Noua Zeelandă spre Europa. Pentru congelarea fructelor și vegetalelor au fost dezvoltate tehnologii speciale, și abia după 1900, deși stocarea lor la rece era cunoscută din vechi timpuri.

Au fost necesari mulți ani de experimentări, mai ales după 1900, pentru a putea fi stabilite cele mai bune condiții specifice fiecărui produs. Pentru congelare sau păstrare la o temperatură între —3°C și —2°C este nevoie de asigurarea unei temperaturi ferme și a unui

control al umidității în scopul minimalizării deshidratării alimentelor. Totodată, valoarea temperaturii trebuie coborîtă în funcție de caracteristicile microbiene ale produselor. Temperatura optimă unei prezervări îndelungate s-a găsit a fi de —18°C, cu toate că inițial congelarea se face la o valoare mai scăzută. O bună izolație și o suprafață mărită de radiație fac posibilă păstrarea în condiții de oprire a proliferării microorganismelor.

Revenind la Appert, a cărui inteligență insolită, stimulată de perioada napoleoniană, ne fascinează cel mai mult, l-aș decora cu „Meritul oamenilor", rămînînd cu nostalgia cuplată la Saint-Exupéry.

Fenomenul conservelor, ce a năpădit lumea, punîndu-și amprenta pe secolul nostru și sugerînd transformarea agriculturii într-o industrie, are valoare de simbol pentru satisfacerea nevoilor de hrană ale omenirii, de la indispensabila pîine pînă la mesele festive. În 1865, în S.U.A., reveneau 7 conserve pe cap de locuitor, iar în 1928, 31. Exasperant în America, fenomenul a difuzat în lumea întreagă. Toate tehnologiile care traversează cîmpul terestru duc la noi sensuri agricole. René Berger sintetizează bine aspectul :

„Fonduri, semințe, fertilitate, muncă, coacere etc., azi încă termeni de specialitate, de trunchi comun, timp de secole cultura agrară a fost reprezentată și transmisă după modelele agriculturii ancestrale. Analogia pămînt-spirit s-a modificat puțin o dată cu apariția industriei".

Cu alte cuvinte Appert purta în raniță un baston de... inventator !, prefațînd fragil *șocul viitorului* în alimentație.

UNELTE ŞI ARME

Utilizarea metalelor pentru confecţionarea uneltelor şi armelor a marcat o nouă eră funcţională în arheologie. Nu atît de mult a contat fineţea tăişului, cît durabilitatea şi varietatea posibilă de forme. Natura pietrei limita uzura sculei, iar spargerea în timpul lucrului era un serios dezavantaj. Cu metalul a devenit posibilă adaptarea ustensilelor la diferite forme cerute de natura lucrării, vechile tehnologii fiind abandonate. Mai mult, o unealtă din metal, chiar cînd se rupea, putea fi reşapată. Firește, folosirea metalului a însemnat sfîrşitul utilizării tehnologiilor de modelare a pietrei. Timp de secole şi chiar milenii, omul a continuat să-şi confecţioneze unelte din piatră şi chiar în prezent mai sînt unele populaţii care mai folosesc ciocanul de piatră.

După descoperirea fenomenului de topire, cuprul era obţinut din minereu şi nu din metal natural. Cuprul preistoric atingea uneori o puritate înaltă, circa 99%. După turnare, maleabilitatea metalului încălzit permitea prelucrarea acestuia destul de uşor. Din fericire, pentru „tehnologii primitivi", duritatea cuprului le-a părut ridicată pentru a putea fi prelucrat prin deformare la rece. Reîncălzind produsul la aproximativ 500°C şi răcindu-l, obţineau o creştere a durităţii. Avînd la îndemînă un ciclu de prelucrare cu ajutorul ciocanelor, urmat de o călire, a fost posibilă confecţionarea unui şir întreg de unelte şi arme. Operaţia finală ar fi putut fi o ciocănire îngrijită pentru a întări muchia tăietoare. În culturile timpurii de la Badari, Egiptul de Sus, acum 6 000 de ani, prezenţa unei mulţimi de unelte mici şi simple probează o muncă ce a fost dusă la bun sfîrşit prin operaţia de forjare. Aceasta este perioada botezată de arheologi drept epoca prelucrării aramei. Primele forme turnate au fost extrem de puerile ; formele folosite erau din piatră.

Cele dintîi piese au fost turnate în forme deschise, dar, apoi, utilizarea formelor închise a contribuit la realizarea de modele complexe. Nu este uşor de turnat cuprul nealiat în forme închise, datorită tendinţei de absorbţie a gazelor, ceea ce duce la apariţia de găuri interioare, care pot nuclea defecte. S-a demonstrat, într-adevăr, imposibilitatea acestui procedeu, dar experimentele au arătat că avînd suficient metal topit şi o bună ventilaţie a formei, chiar şi arama pură putea fi turnată cu succes. Avînd în vedere dificultăţile tehnologice, nu sîntem deloc surprinşi să găsim foarte rar obiecte din cupru nealiat.

Exceptînd obiectele mici şi primitive, precum sculele şi ţăruşii, primele unelte de dimensiuni remarcabile par să fi fost lamele celtice. Montate cu capătul mai lat într-un mîner, ele erau întrebuinţate ca bărzi şi topoare. În formele lor originale, aceste lame celtice copiau, fără nici un dubiu, răspînditele topoare şi bărzi din piatră şlefuită. Utilizarea metalelor a condus la micşorarea secţiunii uneltelor care puteau fi mai subţiri. În culturile neolitice celtice, cele mai larg folosite pietre şlefuite aveau forme rotunjite, necesitînd o forţă mare şi realizînd un randament scăzut datorită unghiului de atac. Cea mai mare parte a forţei se cheltuia pentru iniţierea tăieturii. Zvelteţea uneltelor din metal a marcat un salt imens.

Artizanii metalului din Sumer şi Susa au adoptat, destul de devreme, utilizarea mînerelor şi acest lucru este explicabil, din moment ce erau deja în folosinţă la bărzile din piatră. Răspîndirea centrelor metalurgice primitive (mileniul al doilea î.e.n.) contribuie la manufacturarea unor produse îngrijite şi cu un design util. Omul începea să copieze în metal ancestralele unelte din piatră. Un caz deosebit pare să fi fost ferăstrăul care, pînă la apariţia epocii fierului în Europa (mil. 1 î.e.n.), a copiat aşezarea dinţilor după cele făcute din flint. Abia atunci a apărut ideea de înclinare a dinţilor. Chiar înainte de anul 3000 î.e.n. egiptenii, sumerienii şi indienii probau tehnologii distincte de metalurgia aramei şi ustensilele simple dobîndeau forme originale în fiecare regiune.

Pumnalul a devenit unul dintre cele mai timpurii arme confecţionate din aramă, după o tradiţională existenţă în piatră. Primele exemplare afişau o siluetă alungită şi tri-

unghiulară, tehnologic avînd multe identităţi cu lamele celtice, fiind turnate, de asemenea, în forme deschise. La multe unităţi, forma triunghiulară degenerează, imprimîndu-le un aspect urît şi ineficient, dar fiind subţiri, geometria triunghiului era necesară pentru a dobîndi forţă laterală. O evoluţie poate însemna realizarea muchiilor laterale de intersecţie a suprafeţelor celor 2 feţe, în scopul creşterii rigidităţii laterale şi a permite lamei să fie mai ascuţită. În Egipt, chiar înainte de a 3-a dinastie, au fost produse astfel de lame. Mai tîrziu, o dată cu apariţia bronzului, muchiile mediene devin o caracteristică curentă, obţinută din turnare, după cum ne confirmă cîteva exemplare sumeriene.

Securea de război a intrat în folosinţă curentă încă de pe vremea pietrei. Unul din cele mai comune tipuri avea corpul central rotunjit, racordat la o lamă curbă şi la un capăt gros cilindric, înapoia găurii. Tehnologic, securile de luptă turnate din cupru ofereau aceleaşi avantaje ca şi topoarele, datorită mînerelor. Uneltele şi armele dotate cu mînere au constituit, într-adevăr, o mare realizare tehnică.

În mod prezumptiv putem afirma că vîrfurile de lance au derivat dintr-o lamă de pumnal montată pe un mîner lung. Afirmaţia este valabilă numai ţinînd cont de felul materialului folosit, căci primele vîrfuri de lance au fost cele din piatră. Vîrfurile lucrate din cupru prezentau o coadă lungă de forma unui tub conic. Această tehnologie antică de modelare a ştuţului tubular, ce a despărţit forjorii de turnători, o mai găsim şi astăzi în folosinţă la fierăritul ustensilelor de grădinărit. Cu totul întîmplător s-au găsit şi vîrfuri de săgeţi confecţionate din cupru, dar foarte puţine, fiindcă preţiozitatea metalului este inestimabilă în acele vremuri, şi, grijulii cu avutul obştesc, membrii gintelor nu-şi puteau permite risipa acestui material pe obiecte nerecuperabile.

Descoperirea superiorităţii proprietăţilor fizice şi de turnare ale bronzului, precum şi însuşirea tehnologiilor de manufacturare, aruncă în penumbră importanţa aramei. Bronzurile cu mai puţin de 3% staniu se pot considera aliaje accidentale, datorită impurităţilor prezente în minereurile de cupru. Cînd metalurgia bronzului a devenit bine

cunoscută și turnătorii au reușit să-și exercite controlul asupra procentelor, aliajele cu un procent de 10% staniu au devenit ideale pentru obținerea celor mai bune rezultate. Prelucrarea era mai grea, în schimb creștea rezistența produsului. Fără apariția bronzului, turnarea în forme închise nu devenea o adevărată industrie. Trei tehnologii de turnare cunoșteau oamenii noștri : în forme deschise, în forme închise și în forme modelate cu miez de ceară.

Lamele de pumnale au continuat să fie turnate în forme deschise. Cînd această tehnologie a devenit nepotrivită, pentru complexitatea evoluată a unor noi modele, a început folosirea formelor închise, scobite în interior după alura piesei dorite. Un pas înainte a fost făcut în realizarea obiectelor cu degajări interioare, prin utlizarea miezurilor de argilă. Acurateţea și finisarea superioară a celor mai bune lucrări se constituie ca realizări tehnologice remarcabile ale epocii bronzului. Utilizarea modelelor de ceară pentru obținerea tiparelor de turnare era practicată la lucrări de mare fineţe. Tehnologia consta din modelarea manuală într-un bulgăre de ceară a conturului obiectului, ce apoi se tencuia cu un amestec de argilă și așchii din coajă uscată de copac, pe o grosime de 6—10 mm. Ceara se topea și rămînea forma replică, iar la turnare așchiile ardeau, permiţînd eliminarea gazelor. Tehnologia o vom regăsi la chinezi, la turnarea clopotelor, numai că tencuiala era dintr-un amestec de argilă și balegă de cal, rolul așchiilor preluîndu-l paiele din balegă.

Introducerea bronzului în confecţionarea uneltelor a contribuit la creșterea lor cantitativă și calitativă. Multe din uneltele de astăzi își trag obîrșia din acea remarcabilă epocă a bronzului. Evoluţia lor nu a progresat în ordine secvenţială, după cum nici arheologii nu pot stabili limite rigide între etapele tehnologice. Așa cum uneltele din piatră au continuat să existe în epoca bronzului, și unelte din bronz în epoca fierului, tot așa aceleași unelte și-au perpetuat existența și în timpurile moderne. În Irlanda secolului trecut, certe ustensile preistorice se mai foloseau încă.

Ciocanul este cea mai veche unealtă, am putea spune că are aceeași vîrstă cu a omului. Sute de mii de ani l-au întrebuințat ; de la rudimentarul ciocan din piatră, sau

de la măciuca din os, la clocanul prevăzut cu mîner din mileniul al 3-lea î.e.n. Acum 3 500 de ani apărea barosul din bronz, o formă „modernă" esențială, cerută de activitatea de forjă ce se născuse. Din acel moment acea utilizare a ciocanului penetrează și pe bătrînul continent. Dar într-o forjă este nevoie și de-o nicovală. La începuturile tehnologiei bronzului se mai foloseau încă nicovale din piatră, însă spre mijlocul perioadei încep să apară mici nicovale din bronz, cum ar fi cele de la Fresné-la-Mére, lîngă Falaise, în nordul Franței.

Ușurința cu care bronzul putea fi turnat a permis o mare diversificare a lamelor de topoare. Este, deseori, dificil să deosebim o lamă din bronz de una din aramă, bineînțeles dacă nu apelăm la analiza chimică. În partea timpurie a epocii, laturile lamelor erau, aproximativ, paralele dat fiindcă ciocănitul nu turtea atît de mult lama, ca în cazul cuprului ; s-au găsit numai lame ușor deformate. Mai apoi, dimensiunea îngustă și curbura lamelor au devenit caracteristici de turnare. Unele decorațiuni prezente pe cîteva lame indică posibilitățile atinse. O mărturie vie pare a fi toporul descoperit în comuna Ernei, [România.] Modificarea conturului a început devreme. Întîile realizări au afirmat o curbare a lamei înspre partea mînerului ; probabil că se datorează ciocănitului aplicat unor produse necalitative pentru nivelarea porozităților. Apoi, cînd s-a ajuns la dimensiuni mai mari, modificarea conturului a dus la creșterea rigidității longitudinale.

O sculă importantă a devenit dalta. Rolul primar l-a dobîndit în prelucrarea lemnului, dar o excepțională perfecționare a tehnologiei de realizare i-a diversificat funcționalitatea, chiar și pentru pietre — oricum mai puțin dure. Făcînd abstracție de material, există o mică diferență între dalta zilelor noastre și simpla rangă din bronz, ascuțită la unul din capete și lovită cu ciocanul la celălalt capăt.

Primele găuri, date în lemn de esență moale, au fost executate cu vîrfuri din flint. Sula și acul, comune în culturile timpurii ale aramei, precum și în epoca bronzului, nu pot fi socotite unelte de găurire, deoarece perforarea se practica prin apăsare, în timp ce vrila cu coardă este un adevărat instrument de găurire. A intrat în dotare

la sfîrşitul mileniului al III-lea î.e.n. Pentru găurirea pietrelor dure, populaţiile preistorice utilizau alte metode. Un cilindru din lemn sau metal era rotit prin apăsare, utilizînd ca abraziv nisipul sau corindonul granular. Procedeul era lent, dar furniza rezultate bune. Cîteva asemenea tuburi de găurit au fost găsite în cultura „Harappa" din India şi probabil că sînt cele mai neantice exemple de utilizare a metalului la găurire.

Ferăstraiele cunoscute din epoca pietrei au întrunit o extindere considerabilă la lucrul lemnului în epoca bronzului. Rămîne şi acum un instrument de frecare, fără nici o modificare a unghiului de înclinare a dinţilor. Ferăstraiele din bronz au atins în acea perioadă cotele pe care astăzi le considerăm normale. În Creta a fost descoperit un remarcabil exemplar, lung, de 1,5 m, datat ca aparţinînd mijlocului celei de a 3-a culturi minoice.

Activitatea de lăcătuşerie este incompatibilă cu lipsa unui antic instrument, pila. Ea este necesară proceselor de prelucrare, indiferent că sînt manuale sau automatizate. Denumită raşpel, o găsim şi în mîinile îndemînatice ale dulgherilor. Antecedentele cunoaşterii o plasează în epoca bronzului, în ipostaza folosirii de către ei. Unele exemplare egiptene, cu un conţinut de 18—31% staniu, evidenţiază primele încercări de utilizare la materiale mai dure decît lemnul copacilor. În epoca tîrzie a bronzului, pilele apar în dotarea europenilor. Cele descoperite în regiunea Hallstatt, plate şi rotunde, indică incidenţa tehnologică a formei în satisfacerea necesităţilor.

Fixînd lama pumnalului la 90° pe direcţia unui mîner se năştea halebarda. Apărînd ocazional, în epoca acestui metal controversat, a înfiinţat o tradiţie în regiunea iberică şi a difuzat de-a lungul întregii coaste atlantice. Avansînd de la forma primitivă triunghiulară la forma zveltă, aspecte tehnologice de moment şi de timp au trebuit să fie rezolvate. Dunga mediană, obţinută din turnare, a mărit rezistenţa la flambaj, iar duritatea mai eficace a bronzului faţă de cea a cuprului a permis o mai bună modelare.

Inspirîndu-se tot de la pumnal, designerii bronzului au generat conturul spadei. O frecventă formă de epocă era o lamă triunghiulară ataşată, prin nituri, de un

mîner. Apariţia tehnologiei bronzului a permis creşterea ei dimensională. Tehnologic, spada de bronz prezintă interes atît pentru material, cît şi pentru operaţia de turnare. Ca o astfel de armă să fie eficace, trebuie atît un material de bună calitate, fără impurităţi cît şi o bună apreciere a condiţiilor de exploatare. De aceea, conţinutul de staniu nu trebuia să treacă de 10 %, pentru a asigura flexibilitate armei, iar prelucrarea cerea mare grijă. În acest sens un rol determinant l-a avut şi designul tehnologic al matriţelor, în particular, dispunerea răsuflătorilor şi a cantităţii de topitură. Probele arheologice ne certifică utilizarea curentă a formelor din argilă, puternic calcinate înainte de turnare, în detrimentul unei folosinţe sporadice a formelor din lemn.

Vîrfurile de lănci, în formele lor iniţiale din cupru, erau ataşate în prelungirea corpului, dar avantajul mecanico-fizic al bronzului şi, mai ales, descoperirea miezurilor de turnare, au dus la producerea tipurilor cu coadă tubulară. Dezvoltările ulterioare au generat o varietate de modele, principiul de execuţie rămînînd acelaşi.

Vîrfurile săgeţilor au rămas, în general, din piatră sau os. În timpul perioadei mijlocii şi finale a epocii bronzului se mai întrebuinţau şi vîrfuri din metal, în cantităţi reduse, în Egipt şi Europa mediteraneană şi centrală. Emanciparea tehnologiilor de turnare a contribuit la echiparea cu ornamente şi cu o bună proporţie a topoarelor de luptă. Notabile unele exponate din Persia care, prin forma lor elaborată, trădează uzitarea procedeului „cerii pierdute". Tot remarcabile sînt şi securile de luptă descoperite la Someşeni şi în Valea Chioarului, România.

Fierul nativ, de origine meteoritică, descoperit ocazional în amuletele şi bilele excavate în éstul Mediteranei, denunţă de timpuriu marea industrie ce va polua planeta peste 3 000 de ani, dar şi care ne va asigura mijloacele tehnologice ale unui nou alfabet : amprente umane pe Lună. Utilizarea cuaternară a fierului poate fi pusă, pentru acea epocă, pe seama conţinutului înalt de nichel al bulgărilor meteoritici. Încercările preistorice au produs fier moale care, excelent pentru prelucrare şi sudare, nu avea duritatea necesară pentru o sabie sau pentru o sculă aşchietoare. Odată începutul făcut, această

calitate tehnologică a putut fi obținută prin cementare. Prin călire și revenire, fierarul putea realiza duritate și rezistență. Fierul celor dintîi improvizații era numai cementat. Într-o preioadă intermediară va fi supus atît cementării cît și călirii, iar în perioada romană va suferi întreg ciclul : cementare, călire și revenire.

Începuturile utilizării fierului au fost timide. Raritatea sa îi conferea un rol valoric comparativ cu cel al aurului, regăsindu-se numai în obiecte de magie și de lux. Ulterior a început să fie încorporat în structura armelor și, abia cînd a intrat în uzul curent, a devenit un bun general și pentru uneltele domestice.

Spada, sau sabia, sau cuțitul, adică armele albe, au „profitat" cele dintîi de apariția fierului. Cimitirele austriecei culturi *Hallstatt* (1000—500 î.e.n.) ilustrează elocvent tranziția de la spada de bronz la cea de fier, în timp ce în catacomba lui Tutankhamon, săpată pe la 1300 î.e.n., finețea săbiilor uitate trădează un prim produs de import.

Fără îndoială că și vîrfurile de lănci din fier găsite în Anglia au fost produse înainte de invazia romană. Totuși, pentru acea perioadă pare mult mai interesant buzduganul descoperit la Ras-Shamra, în Siria, lucrat din 3 metale. Cupru și aur pentru mîner și fier, cu ridicat procentaj de nichel, pentru cap. Mînerul tubular din cupru a fost turnat apelînd la metoda „cerii pierdute", în jurul măciuliei ; contracția de răcire fiind suficientă pentru rigidizare, nu mai era nevoie de nituri.

Pentru tehnologiile de fabricație a uneltelor, fierul a dovedit o mare importanță. Noi unelte apar în perioada timpurie : cleștele, rama de ferăstrău, nicovala pentru făcut cuie și scripeții. Apoi, cînd s-a descoperit posibilitatea ridicării conținutului de carbon, devenind accesibilă călirea și revenirea, o primă mare industrie a început să înflorească. Noi sfredele, burghie elicoidale, ciocane specializate au îmboldit activitatea curentă. Interferențele tehnologice par să ne uimească, cum ar fi și acea lamă de topor, cu coada tubulară, pe care ne-am fi așteptat să o vedem turnată din bronz și nu forjată din fier. Formele tehnologice ale uneltelor au evoluat lent la comunitățile primitive, exceptînd poate burghiul, ce de-

vine o sculă indispensabilă în epoca fierului. La început, vîrful său prezenta 2 laturi ascuţite în S, după cum subliniază ustensilele descoperite la Theba, Egiptul de Sus. În aceeaşi etapă apare ideea de pivotare, născocită pentru a înlocui găurirea aleatorie. Vîrfurile elicoidale, cu pas mare, sînt şi ele atribuite acestei epoci.

Urmărind cultura *La Tène* şi perioada romană descoperim binefacerile fierului asupra pilei, ce devine, cu această ocazie, şi un instrument de prelucrare a metalelor. Un rafinament ulterior îl va constitui reliefarea a 2 şiruri de dinţi intersectabili.

H. Coghaln, directorul muzeului din Newbury, Berkshire, Marea Britanie, afirma că importanţa fierului nu a fost sesizată în perioada pre-romană, încît să conducă la o nouă serie de arme şi unelte, ci mai degrabă este rezultatul avantajului proprietăţilor fizico-mecanice asupra celorlalte metale. Fierul topit era cunoscut în Orientul apropiat încă de prin anii 2500 î.e.n, dar adevărata epocă a fierului a început în jurul anilor 1200 î.e.n. Lunga hibernare poate fi pusă pe seama tehnologiilor de prelucrare, în sensul că fierul nu se dovedise, încă, un material mai bun decît bronzul. Epoca fierului a început o dată cu tehnologiile de călire şi revenire.

Progresul în retrospectivă

Spre sfîrşitul anilor 1700, operaţiunea de trefilare era lungă şi obositoare, deoarece era executată cu energie musculară umană. Introducerea motoarelor cu abur şi, apoi, a motoarelor electrice a fluidizat operaţia făcînd-o rapidă şi productivă. Cablurile împletite în prezent au dimensiuni de la cîţiva milimetri, pentru ascensoare, pînă la diametre mult mai mari, pentru suspendarea podurilor.

Excavările anticelor oraşe romane au scos la iveală ţevi de plumb, aparţinînd instalaţiilor hidraulice din vile şi terme. Şi în zilele noastre se mai fac tuburi din plumb pentru instalaţiile domestice, datorită maleabilităţii de prelucrare. O mare dificultate a prezentat-o realizarea de tuburi din plumb de diametre mai mari. Primele tuburi din fontă au fost obţinute prin turnare, aşa cum reiese din descrierile tehnice despre conductele de apă potabilă din

parcul de la Versailles, din anul 1664. Lungimea tuburilor nu întrecea un metru. Tehnologia a fost incontinuu îmbunătăţită astfel că, în 1914, s-a trecut la metoda de turnare centrifugală a fontei. Cu acest procedeu se pot obţine tuburi cu lungimi de pînă la 7 m şi cu un diametru interior de 1,5 m. Aceeaşi tehnologie era deja folosită la producerea tubulaturii din beton armat.

Chicago, 1893. Printre vizitatorii Expoziţiei Mondiale, un nume celebru : Thomas Alva Edison. „Domnule Edison, care este după părerea dumneavoastră cea mai importantă invenţie prezentată aici ?" Un răspuns fără ezitare : „Ţeava fără sudură Mannesmann."

Nevoia de a produce tubulatură din fier şi oţel, resimţită de industria petrolieră şi chimică, a irizat fraţilor Mannesmann ideea de a obţine un tub omogen, fără sudură, plecînd direct de la semifabricatul din oţel. Pînă la ei, ţevile din oţel erau fabricate prin ambutisarea şi sudarea tablei. Linia sudurii rămînea punctul slab. Fraţii Mannesmann s-au inspirat din deficienţa tehnologică produsă de finisarea oţelului rotund cu ajutorul cilindrilor oblici ai maşinii de îndreptat. Printre lingourile livrate din Marea Britanie fabricii de piele a tatălui lor, multe erau goale în interior sau cu miezul fisurat, inutilizabile în procesul de fabricaţie. Dacă în interiorul oţelului rotund putea fi produsă, în mod artificial, o cavitate, nu s-ar putea obţine în acelaşi mod o ţeavă de oţel fără sudură ? Valorificarea acestei idei a bruscat principiile laminării şi a generat laminorul ce le poartă numele. Noua tehnologie a rămas, multă vreme, un mister pentru concurenţi şi chiar pentru cercetători.

Turnarea fontei ridică multe probleme, deoarece este un material nesubstituibil, cu toată fragilitatea sa. Decisiv pentru ameliorarea calităţilor sale mecanice a fost obţinerea, în 1947, a fontei maleabile, posibil de laminat, şi a fontei sferoidale, obţinută prin adăugarea unei mici cantităţi de magneziu, după un proces descoperit în 1947, fonta căpătînd caracteristici de rezistenţă şi prelucrare asemănătoare oţelului.

În romanul *De la Pămînt la Lună*, Jules Verne imaginează o instalaţie cu 1 200 de cubilouri, pentru turnarea a 60 t de oţel necesar fabricării tunului *Columbiade*, lung de 300 m, necesar să azvîrle pe Lună un proiectil de 3 t.

Rămînînd în domeniul realizărilor concrete, în 1885 s-a turnat ceva asemănător, nicovala de 1 000 t a celebrului ciocan de la Terni, Italia, ce a funcţionat pînă în 1910. S-au întrebuinţat 5 cubilouri, care au funcţionat, neîntrerupt, cîteva zile. Pămîntul dimprejur a continuat să fumege cîteva săptămîni, pînă cînd masa de fontă s-a răcit de tot.

În metalurgie, metoda turnării continue a constituit un factor revoluţionar. Procedeul face ca metalul să treacă direct din starea lichidă în stare semifinită. Mari avantaje apar, mai ales, pentru oţel, deoarece se elimină lingotierele, operaţiile de extragere din lingotiere, de reîncălzire şi de laminare. O primă idee a avut-o Heny Bessemer, care, încă din 1858, a studiat un sistem de turnare continuă şi a reuşit să obţină direct din topitură de oţel o tablă cu lungimea de circa un metru aflată în prezent la *British Museum*.

Către sfîrşitul veacului trecut, la *Washburnand Moen Company* din Winchester, Anglia, au fost făcute alte tentative de turnare contină în forme răcite cu apă, dar abia în ultimele decenii a fost pusă la punct această tehnologie, de către americanii Hazellet, Eldred, Williams şi Junghams. Aportul crucial al tehnologiei îl reliefează metoda de extragere a căldurii din metalul topit, pentru a-i permite să se solidifice. Tehnologia s-a extins şi pentru metale cu puncte joase de topire — aramă, plumb, staniu, zinc, aluminiu — şi aliajele lor. Este caracterizată de o mare productivitate ; de la 12 t/oră s-a ajuns la 110 t/oră, cu un costum de apă de la 500 l/min la 3 600 l/min.

Parcurgînd istoria metalurgiei de la origini şi pînă cînd omul a cunoscut folosirea metalului pentru arme şi unelte, se observă că turnarea metalului topit a rămas baza pe care s-a fondat producţia de metale şi de aliaje, indiferent de celelalte procedee de prelucrare. În ultimii 30 de ani a apărut un nou orizont, prin utilizarea unei noi tehnologii, dezvoltată pe principiile milenare ale ceramicii : fabricarea corpurilor plecînd de la pulberi metalice. Procedeul, nomenclaturizat „metalurgia pulberilor", asigură transformarea pulberilor, fără topire, în corpuri rezistente, recurgînd la presiune şi căldură. Compresia pulberilor este executată la temperatura ambiantă, cîteodată la temperaturi ridicate, în acest caz realizarea practică este limitată de rezistenţa mecanică la cald a mate-

rialelor care constituie matrița. Tratamentul termic, denumit sinterizare, ce înlocuiește turnarea, are, în general, loc la temperaturi inferioare punctului de topire a pulberilor. Prin sinterizare se pot produce produse semifinite, care sînt aduse la forma definitivă prin intermediul unor prelucrări, fie piese care nu necesită retușuri ulterioare.

Deși se pare că amerindienii puteau să producă bijuterii din aur și aur alb prin sudare, prin forjare de granule de metale prețioase, prima aplicare practică pe scară industrială a acestei tehnologii s-a efectuat între anii 1930—1940, cînd au apărut pe piață primii contactori electrici obținuți prin sintetizarea aramei și grafitului.

În acest fel a devenit posibilă combinarea unor metale cu puncte de topire foarte diferite, care nu puteau fi combinate prin metodele normale de topire. Avantajele tehnologiei se resimt, în mod special, în fabricarea de rulmenți specializați, cu o porozitate ridicată, care, impregnați cu substanțe grase, prezintă notabile caracteristici de autolubrefiere, precum și în obținerea de diamante artificiale din pulberi metalice de natură și compoziție variată. Acestor avantaje de natură tehnică li se adaugă noi calități, dacă se îmbunătățește și spectrul proprietăților mecanico-fizice datorate fineții granulelor și absenței impurităților.

Procesul de sinterizare, cu toate că a pătruns în industrie acum 80 de ani, a fost aplicat pentru prima oară în 1809, de către Wollaston, la obținerea de platină compactă. Procedeul asigură fuziunea unor materiale practic infuzibile, precum grafitul cu pulberi metalice.

Alvin Toffler reamintea în „Șocul viitorului" că : „Inventarea jugului de ham în evul mediu a dus la schimbări radicale în metodele agricole și a reprezentat un progres tehnic tot atît de important ca și inventarea cuptorului Bessemer cu cîteva secole mai tîrziu."

Numai că totul a pornit de la experimentele lui William Kelly, originar din Pennsylvania. Inițial, el se ocupase de manufacturarea recipientelor pentru fermieri. Fierul folosit era obținut prin obișnuitul proces de afinare a fontei. Combustibilul utilizat era mangalul, prețul său ridicat constituind un inconvenient. Într-o zi, Kelly a observat că o cantitate de topitură neacoperită de mangal se încăl-

zea mai tare la trecerea curentului de aer peste ea decît dacă ar fi fost acoperită. Observaţia l-a dus la concluzia combustiei carbonului conţinut de fontă, extras cu ajutorul unui curent de aer, generînd o energie calorică mai mare. Decarburînd metalul în timpul afinării la o temperatură inferioară celei necesare pentru producerea fierului forjabil, — o metodă cunoscută fierarilor de secole — se obţinea, în mod similar, oţel. Noutatea introdusă de Kelly consta în faptul că temperatura creştea prin combustia rapidă a carbonului existent în fontă. Entuziasmul lui Kelly a întărîtat obiecţiile fierarilor, pînă chiar şi soţia sa suspectîndu-l de ţicneală. A fost nevoit să-şi continue experienţele într-un loc retras dintr-o pădure, unde, în 1851, şi-a construit primul din cele 7 convertizoare. Furat de pasiunea profesionalismului, nu a dat nici o atenţie protejării invenţiei sale pînă în 1856, cînd a auzit că englezul Henry Bessemer solicitase un patent american pentru un proces similar. Capabil să-şi convingă connaţionalii despre prioritatea sa, Kelly obţine patentul la 23 iunie 1857, fiind declarat prim inventator. Succesul său venea prea tîrziu, căci, în acelaşi an, a fost declarat falit.

Deşi invenţia lui Bessemer a beneficiat de o receptivitate entuziastă, la 11 august 1856, la colocviul anual al lui *British Association for the Advancement of Science* primele aplicaţii practice au fost mai mult decît dezastruoase, dacă ar fi să ne luăm chiar după inventator. Oţelul era casant şi conţinea multe sufluri. Însă, chiar în acelaşi an, Robert Mushet descoperea remediul prin adăugarea unei cantităţi de fontă-oglindă, un aliaj manganos de fier. Avea loc un efect de degazeificare prin care se elimina excesul de oxigen introdus în metal în timpul procesului Bessemer. Mai mult, adiţiunea contribuia la ajustarea conţinutului de carbon din oţel ce nu se realiza satisfăcător în convertizor. Însă primul succes real al procesului a fost înregistrat în Suedia datorită eforturilor lui Göran Frederik Göransson şi aceasta, în bună parte, datorită purităţii minereurilor, aproape fără fosfor şi sulf. Contribuţia majoră a lui Göransson a fost controlul afinării, oprind procesul exact în momentul atingerii conţinutului de carbon cerut de sortul respectiv de oţel. Oricum, îmbunătăţirile aduse de Mushet şi Göransson nu au ştirbit cu nimic din meritele de inventator ale lui Bessemer.

În același an în care Bessemer revela procedeul său, Frederick Siemens, un german naturalizat englez, obținea în Anglia un patent pentru o nouă tehnologie de regenerare a căldurii, esențială în obținerea oțelului în furnale deschise. În fabricația fierului, tehnologia a fost aplicată în cauperul (cowper) inventat de asociatul lui Siemens, E.A. Cowper. Aerul, în drumul său spre furnal, este condus prin și încălzit de o structură celulară de cărămizi refractare încinse de gazele combustibile rezultate ca produs secundar la elaborare. În timp ce aerul se încălzește în primul furnal, un al doilea este pregătit, fiind gata să primească o nouă cantitate de aer și să-l încălzească. Sistemul tandem asigură o încălzire constantă a curentului de aer pentru insuflare. Cu ajutorul cauperului, temperatura aerului a ajuns la 620° C, lucru ce nu se realizase niciodată pînă atunci.

Furnalul Siemens, ce operează cu același principiu de regenerare, diferă de convertizorul Bessemer prin sursa de căldură. În convertizor, gradientul de temperatură este asigurat de procesul însuși, pe cînd în furnalul Siemens, cantitatea de căldură necesară pentru topirea șarjei este absorbită din exterior. La început, Siemens a utilizat combustibil solid, pasul următor fiind în 1861, conversia combustibilului solid în combustibil gazos, separat de furnal, utilizîndu-se cărbune inferior.

Pentru decarburizarea fontei topite într-un astfel de furnal, Siemens adăuga pentru reducere minereu de fier. Posibilitatea de diluare prin adițiunea de fier vechi a fost introdusă, pentru prima dată, de Pierre Martin, care exploata, împreună cu tatăl său, o micuță oțelărie la Sireuil, lîngă Angoulême.

În 1895, Benjamin Talbot din Leeds inventează procedeul de suflare continuă, prin care se toarnă numai o parte din topitură, păstrînd astfel constantă temperatura, la o valoare ridicată. Patru ani mai tîrziu, tehnologia era pusă în practică la Pencoyd, lîngă Philadelphia.

Problema eliminării definitive a fosforului a fost soluționată, în final, de londonezul Sidney Gilchrist Thomas. Convertizorul lui Bessemer era căptușit cu materiale acide, bogate în acid silicic, ceea ce ducea la recombinarea carbonului, siliciului și manganului, dar nu și a fosforului. Thomas reușește desfosforizarea metalului folosind o căptu-

şeală bazică cu carbonat de calciu (dolomit calcinat). Avantajul tehnologiei Thomas a constituit-o posibilitatea utilizării şi a minereurilor fosforoase şi de aceea ea a prins mai bine în ţările de pe continent.

Perioada cea mai remarcabilă în dezvoltarea şi progresul industriilor oţelului şi fierului rămîne aceasta, din 1850 pînă în 1865 cînd, în cîţiva ani, s-au afirmat marii pionieri : Kelly, în S.U.A., Bessemer, Mushet şi fraţii Siemens, în Anglia ; Emile şi Pierre Martin, în Franţa ; Göransson, în Suedia. Ei au fost aceia care au pus bazele erei oţelului. Tehnologiile inventate de ei ne-au permis astăzi să punem piciorul în medii ostile naturii noastre. Evoluţia lor ni se pare acum firească, mai ales că furnalul este încă punctul de plecare pentru majoritatea producţiei siderurgice şi, în particular, a fontei, dar axîndu-ne acelor ani ne dăm seama că trebuie să fii vizionar ca Jules Verne sau nebun ca William Kelly pentru a înfrînge dificultăţile, dar mai ales, prejudecăţile noastre.

Capitolul 6

ZĂBALA SUMERIENILOR

O dată cu apariţia agriculturii a devenit necesară strîngerea recoltei după seceriş şi stocarea ei pentru iarnă. Avînd în vedere şi necesitatea de materiale, putem afirma originea timpurie a comerţului. Diversitatea reliefului şi a vegetaţiei au determinat rutele şi, implicit, au influenţat alegerea animalelor pentru domesticire şi a tipurilor de vehicule. Mobilitatea crescută, precum şi inventarea bărcilor şi a vehiculelor terestre au avut un efect profund asupra amalgamului de specii ce existau la sfîrşitul epocii fierului. Paşi mari au fost făcuţi în dezvoltarea culturii, ca urmare a schimbărilor de idei deschise de comunicaţii.

Din vremuri de demult ne-au parvenit fragmente de tălpi de sanie din Scandinavia. Unele mărturii sînt de impresiune şi ele irump din picturi rupestre, desene gravate în stînci, astfel că, cu o rezervare justificată, ne putem edifica asupra tehnologiilor străbunilor.

Cel mai vechi „animal de povară" al omului a fost femeia, afirmă Charles Singer, deoarece bărbatul se ocupa de apărarea familiei sale. Treptat, simple dispozitive au fost imaginate pentru a distribui povara mai bine, pe spate şi a lăsa mîinile libere. Oameni cărînd bolovani pe spate au fost pictaţi pe coloanele din Ur acum 4 500 de ani, în timp ce un relief pe un alabastru din Sumer, datînd cam din aceeaşi perioadă, ne arată o amforă cărată pe umeri, într-o legătură atîrnată de o prăjină. Deşi începuturile domesticirii animalelor le situăm în preajma anilor 5000 î.e.n., nu putem coborî mai departe în căutarea acelei zile în care un hominid a început să care, conştient, greutăţi folosind şi corpul, nu numai mîinile.

Exceptînd persiflarea lui Singer, cel dintîi animal domesticit, folosit la povară, a fost, fără îndoială, măgarul, fiindcă l-am găsit imortalizat cu spinarea încărcată pe desenele mesopotamiene ale mileniului al III-lea î.e.n. Pe

unele roci din Sahara am depistat desene cu boi înhămați la pluguri ancestrale și încărcați cu bagaje. În această regiune au fost folosite, înaintea apariției calului, cămilele. Calul, probabil, era și el angrenat la cărat, dar cu mult mai puțin, el fiind considerat un element de înaltă utilitate în luptă. Emanciparea războinică a calului au produs-o popoarele turco-tătare.

Cu mult înainte de crearea roții au apărut săniile, în pădurile nordice de conifere ale Europei. Cele mai primitive erau făcute din piele brută sau din coajă de copac și erau utilizate și pe terenuri mlăștinoase și pe terenuri uscate, atît vara, cît și iarna. Le mai găsim și astăzi în Laponia sau nordul Asiei. Ideea de a recurge la tălpici o putem localiza în nord, posibil prin plasarea unor maxilare de balenă sub sarcini, pentru a reduce fricțiunea. Analizele de polen atribuie rămășițelor găsite o vîrstă de aur : Neoliticul timpuriu. Suprastructura o putem deduce după numărul de găuri din tălpi, cu cît erau mai multe, cu atît sarcina utilă era mai mare. La săniile grele nordice, găurile erau date perechi, pe lungime. Cele mai comune se caracterizează prin șanțuri mediane și prin găurile date pe suprafața superioară, pentru a menține montanții din lemn înfășurați cu benzi din piele. Multe de acest fel au fost descoperite în Scandinavia și în Ural și sînt localizate la începuturile locale ale epocii bronzului. Tălpicile erau grele și lungi, iar săniile ar fi putut fi trase de cîini, deși nu deținem o certitudine. S-au mai găsit și unele exemplare în Suedia botezate „morjärv", mai ușoare, care erau tractate de oameni pe schiuri. Tălpicile erau ascuțite și prezentau o suprafață de contact convexă. Aceste tipuri de sanie s-au situat în perioada de tranziție de la bronz la fier.

Nu numai în țările nordice au fost confirmate vehicule alunecătoare, ci și în Orient, și chiar au supraviețuit un timp îndelungat după inaugurarea vehiculelor pe roți. Tălpicele erau folosite curent în Egipt, Asiria și Sumer la transportul colosalelor statui. Celebrul basorelief de la Kuyunjik înfățișează asirieni remorcînd enorma statuie a unui taur înaripat. Platforma este echipată cu tălpici grele. Sclavii trag sania cu ajutorul unor parîme, legate atît în față cît și în spate. Sub sanie sînt plasate mici rulouri, în scopul diminuării frecării.

Evidența utilizării săniilor în sudul Europei este austeră și mai mult imaginativă datorită unor gravuri rămase pe cîteva roci spaniole.

Folosirea schiurilor și a săniilor este repartizată la o mulțime de forme constructive, unele și astăzi în folosință în unele părți ale lumii. De fapt, prima mare descoperire tehnologică a fost deplasarea pe trunchiuri de copaci. Apoi, problema continuității pentru efectuarea unui transport lung și așa au apărut rolele. Al doilea pas tehnologic l-a constituit sania, ce a permis apariția carului. Data de naștere a roții nu a fost stabilită. Primele exemplare, dar cu caracteristici rudimentare, au fost descoperite în mormintele regale din Ur și sînt datate pentru 2900 î.e.n.

Să nu uităm că înainte de apariția saniei se realizase un element indispensabil vehiculelor pe roți : furca, dar care abia o dată cu roata își va găsi utilitatea tehnologică.

Primele exemplare de vehicule cu mișcare prin frecare de rostogolire au fost, de fapt, sănii pe roți și ele au generat cotigi și cărucioare. Definind cu termeni moderni, am putea spune că apăruse chiar șasiul. Ideea obținerii unei rotații a unui disc în jurul unui ax ce-și menține fixă poziția face concretă osia. Mijlocul ei era fixat de un suport plan, iar capetele, prevăzute cu 2 pivoți în care se introduceau roțile-disc. Două cuie, sau chei, împiedicau roțile să se desprindă. Frecarea de rotație, chiar dacă nu era perfect circulară, era cu mult inferioară celei de alunecare. În Mesopotamia, la cotigele găsite, axele se învîrteau odată cu roțile (discuri). La fel și la numeroasele modele din desenele culturii indiene *Harappa*. Cadrul de susținere era format din 2 lonjeroane curbate așezate paralel și rigidizate prin 2—6 bare transversale. Oiștea se prindea de aceste bare. Se practicau găuri în lonjeroane pentru a fixa montanții de susținere a carcasei, probabil o împletitură de nuiele. O altă pereche de găuri, poziționate la centrul lonjeroanelor, permiteau montarea osiei. Datorită acestei soluții era ușor de montat vehiculul. Facilitatea asamblării a influențat considerabil construcția vehiculelor timpurii. În absența unor drumuri adecvate și a unor poduri de trecere peste cursurile de ape, asemenea „cabriolete" puteau fi demontate și trecute cu bărcile, apoi remontate. Primele vehicule pe roți ofereau un mijloc de transport rapid în comparație cu tot ceea ce existase pînă atunci.

Boii, cele dintîi animale de tracțiune, au rămas pînă în zilele noastre una din soluțiile netehnologice care ne reazemă obiceiurile și tradițiile, ajutîndu-ne în orice situație nebinevoitoare. Au început să fie folosiți exclusiv la transporturile grele în jurul anului 1000 î.e.n. Întotdeauna s-a tractat cu cel puțin o pereche, de o parte și de alta a oștii, care constituie elementul de transmitere a puterii utile. Controlul animalelor era realizat cu hățuri care treceau printr-un inel din aramă fixat pe jug. Pentru caretele de război, sumerienii mileniului 3 întrebuințau onagrii, înjugați la fel ca boii. Dar randamentul era mic, deoarece hamurile erau petrecute peste piepturile animalelor îngreunîndu-le respirația. Numai prin evoluția acestor banale hamuri spre ceea ce cunoaștem astăzi s-a putut îmbunătăți eficacitatea transportului. Sumerienii, pentru a compensa pierderea de putere, înhămau mai multe animale, dar jugul era petrecut doar peste gîturile celor două de lîngă oiște.

Deși caii sălbatici populau nordul Eurasiei, ei vor fi înhămați la tracțiune după anul 2000 î.e.n. Cîteva oseminte provenite din Turkmenia, sau de la Rána-Ghundai din Baluchistan, Pakistan, nu pot constitui probe suficiente. Pentru a stăpîni mai bine animalele, picturile egiptene ne arată că li se introduceau inele în nări. Dar zăbala va fi aceea ce va aduce satisfacție și va apare, cel mai devreme, în descoperirile arheologice din China. La început, confecționată din materiale perisabile, os sau corn, va sfîrși prin a fi produsă din metal.

Cel mai simplu tip, tipul O, consta dintr-o lisă metalică moale, cu ochiuri de prindere a hățurilor la fiecare capăt. Pe lisă sînt înșiruite 2 discuri din metal prevăzute cu decupaje pentru a o împiedica să intre în gura animalului, în timpul somnului acestuia, și cu crampoane pentru a provoca dureri. Zăbale de acest fel erau cunoscute în Siria, în Palestina și în Egipt de pe la 1400 î.e.n. La celălalt tip, în formă de *I*, discurile metalice în formă de *O* au fost înlocuite cu piese plate din metal, lungi de 12 cm, atașate de fiecare parte a gurii. Fiecare este profilată la capete cu crestături perpendiculare pe lungime și prezintă o deschidere în centru prin care este petrecut brîul zăbalei. Judecînd după operele de artă ale egiptenilor și asirie-

nilor putem constata că capetele furcate erau prinse de alte 2 curele, deasupra botului și dedesubtul bărbiei. La strîngerea hățurilor, cele 2 piese laterale strîngeau fălcile animalului, jenîndu-l, dar nerănindu-l, cum se întîmpla la primul tip. Această zăbală se va folosi, în mod curent, de la 1400 pînă la 850 î.e.n., cînd în Asiria va apărea o nouă versiune. Piesele în formă de I sînt înlocuite cu altele în formă de semilună, avînd orificiile extreme unite prin ornamente de metal.

Desigur, vă miraţi de ce această banală zăbală o considerăm un produs tehnologic, ocupînd cu el mai multe rînduri decît s-ar fi cuvenit. Este foarte simplu. Evoluţia harnaşamentului a contribuit la îmbunătăţirea transportului, a fost o necesitate tehnologică, căci tracţiunea animală era ultima alternativă confortabilă, la îndemîna omului, pînă la realizarea tracţiunii mecanice. Cavaleria romană, un atu hotărîtor în mîna împăraţilor, a beneficiat de cele mai înaintate realizări tehnologice de manevrare a cailor şi a carelor de luptă. Vehiculele de război au avut o prioritate tehnologică şi basoreliefurile egiptene ne înfăţişează coexistenţa carelor de luptă şi a primitivelor vehicule de transport prin frecare.

Cele mai vechi mobile cu roţi, care au ajuns pînă la noi complete, sînt carele de război din mormintele faraonice ale secolelor 15 şi 14 î.e.n. Ele materializează capodopere de ingeniozitate compuse din piese confecţionate din materiale diferite, îmbinate cu o acurateţe incredibilă. Vizualizează prima mărturie concretă despre tehnologia curbării la cald uzitată de modelarea oiştii şi a obadelor, tehnologie atestată şi în India. În afara acestei particularităţi, nu putem spune că au avut loc, în epoca bronzului, schimbări revoluţionare faţă de ceea ce se ştia de la sumerieni. Oiştea carului lui Thutmes IV era încastrată direct în osie şi îmbinată în coadă de rîndunică în spatele scoabei. Corpul era din pînză acoperită cu stuc şi întinsă pe lonjeroane din lemn uşor. Podeaua carului lui Tutankhamon era făcută dintr-o împletitură de curele din piele brută. Iugărul, fixat de oişte, se sprijină de o piesă în formă de şa de pe spatele calului. Piesa este fixată cu un strap transversal prevăzut cu un inel prin care trec hăţurile care se prind de inelul ce străpunge nările animalului.

Pentru a atinge fantastica viteză de... 20 km/h

Secolul al XVIII-lea a fost dominat de calea din fier și de cărbune, un tip de civilizație pe care Lewis Mumford, în cartea sa *Technics and Civilizations*, a denumit-o „paleotehnică", spre a o deosebi de cea din vremurile noastre, pe care o denumește „neotehnică", în care predomină, cu repercusiuni în viața socială, aluminiul, aliajele, motoarele, electricitatea, electronica, energia nucleară și genetica.

Spiritul inventiv al secolelor scurse a creat unul dintre instrumentele tehnico-economice ce lumea abia le cunoștea : calea ferată. Ideea de rulare pe o cale (din lemn) a apărut în timpi anteriori, în minele transilvănene și engleze, unde, de altfel, s-au făcut și primele încercări de a înlocui caii cu locomotiva cu abur.

Locomotiva din 1803, a lui Richard Travick, a anticipat transportul feroviar, materializat prin inaugurarea, la 23 septembrie 1825 în Marea Britanie, a căii ferate Stockton-Darlington (56 km). Era prima locomotivă cu abur ce atingea o viteză maximă de... 20 km/h !

Matthew Murray, Timothy Hackworth, George și Robert Stephenson, în Anglia, și Marc Seguin, în Franța, au proiectat și dirijat o activitate de acest fel. Cazanul multitubular, utilizat de Hackworth ca generator de abur, și flerul tehnic al lui Stephenson au dus la locomotivele cu abur. Exploatarea lor comercială a devenit posibilă după producerea șinelor din fier forjabil. Supapele de admisie și evacuare au fost concepute în 18 tipuri, notabile fiind acelea construite de Daniel și John Gooch, Alexander Allan și Stephenson. La toate acestea, mișcarea era controlată de un mecanism cu culisă. Primele supape au fost utilizate, exclusiv, pentru admisia și evacuarea aburului în și din cilindri, fără varierea secțiunii, cu ajutorul unei culise reversibile ; cele dintîi fiind antrenate prin furcl cu bielă. Transferul apei de alimentare în boiler, sub presiune, se realizase, la început, cu ajutorul unei pompe acționate de o manivelă sau o patină prin intermediul unei tije. În ambele variante, se putea realimenta pentru a suplini pierderile prin evaporare, dar numai în mișcare sau, în orice caz, cu roțile în mișcare. Inginerul francez Henri Gifford va produce prima pompă

de injecție, recurgînd la energia vaporilor pentru a extrage apa din tanc. Vaporii condensau în contact cu apa ; amestecul traversa un al doilea jet, presiunea apei fiind suficientă pentru a acționa o supapă cu clapetă, învingînd presiunea din boiler. În acest mod se putea menține nivelul necesar de apă din cazan. Injectoarele *Giffard* au fost instalate experimental, fiind apoi îmbunătățite, deși mulți ingineri britanici nu le agreau. Alte dispozitive legate de alimentarea cu apă au îmbogățit aparatura de preîncălzire și de purjare. Schau, în Austria, și Wagner, în Germania, au eliminat producerea impurităților prin trecerea jetului de apă printr-o serie de radiatoare plasate într-un extradom deasupra tubulaturii, unde erau montate și supapele, apa fiind introdusă prin vîrf. Acest aranjament a fost adoptat de la început, fiind ceea ce astăzi se numește „alimentare superioară" ; în Germania se numește „purjare Wagner".

Una dintre cele mai importante îmbunătățiri tehnologice de funcționare a constituit-o înlocuirea cărbunelui cu cocs, cu toate că acesta era mai scump, înlăturînd fumul înnecăcios. În decurs de un secol tehnica feroviară se divide în numeroase branșe. De la modesta *Rocket*, cu care Stephenson cîștiga concursul de la Rainhill, cu o viteză de 38 km/h, tractînd o garnitură de 90 t, s-a ajuns la locomotiva de 500 t, cu o putere de 12 000 CP. Materialele au înregistrat progrese, de la vagoane descoperite la vagoane carcasate, în timp ce traseele nu mai cunoșteau limite. Walschaert definitivează dispozitivul de distribuție pentru reglarea admisiei vaporilor în cilindri, obținînd inversia mișcării. Dispozitivul este și astăzi utilizat la acest tip de locomotivă. Pînă la locomotiva electrică, elementele esențiale au rămas aceleași : cazanul tubular, sistemul de distribuție, tirajul forțat.

Condițiile tehnologice pentru folosirea eficace a transportului feroviar s-au diversificat în ultimii 80 de ani. Tracțiunea electrică a mărit viteza, deși anii '80 ai secolului trecut au reușit să acorde o viteză de 160 km/h unei locomotive cu abur perfecționate. Utilizarea destinderii mixte a constituit țelul îndelungat al inginerilor de căi ferate, fiind adoptat repede și la motoarele navale și staționare. În 1850, John Nicholson, de la *Eastern Counties*

Railway, a proiectat o locomotivă cu destindere continuă, prevăzută cu 2 cilindri, de înaltă şi de joasă presiune, dar diferită de maşinile de mai tîrziu prin aceea că aburul era, mai întîi, admis numai în cilindrul de presiune înaltă şi apoi se destindea în ambii cilindri. Scopul dublei expansiuni era de a economisi combustibil printr-o utilizare completă a aburului. Francis Webb va construi maşini cu 3 cilindri, 2 de presiuni înalte şi unul de presiune joasă, iar mai tîrziu chiar şi cu 4 cilindri, dar cu roţi motrice cuplate.

În 1898, în Marea Britanie, s-a amenajat o locomotivă cu 2 cilindri, de concepţie Worsdell, într-un sistem de 3 cilindri, de către W. M. Smith, dar cu un cilindru pentru presiune înaltă şi 2 pentru presiune joasă. Roţile erau cuplate cîte 4 şi toţi cilindrii antrenau osiile motrice. O supapă de reducţie permitea admisia aburului în camerele de distribuţie altfel că, la pornire, maşina lucra ca o locomotivă cu 3 cilindri, întrunind o putere de tracţiune considerabil sporită. Supapa era comandată printr-o supapă regulatoare cu resort, locomotiva intrînd în regim „compound" în marş. Putea funcţiona şi în sistem simplu, în caz de avarie, prin blocarea resortului, şi chiar în sistem „semi-compound". Locomotiva lui Smith a cunoscut o largă răspîndire, fiind îmbunătăţită de Richard Deely, în Marea Britanie, Gölsdorf, în Austro-Ungaria şi Vauclain, în S.U.A.

Ideea utilizării aburului uscat a provocat modificarea conductelor din camera de fum. Încă din 1840, R. şi W. Hawthorn au conceput, pentru *Newcastle Shields Railway*, o cameră de abur viu în incinta de fum, traversată de tubulatură, deşi eforturile de a arde aburul datau de mai înainte. Nu mai era mult pînă la experimentările lui Wilhelm Schmidt din Kassel cu abur supraîncălzit, cu toate că John Aspinall construise un foarte eficient uscător de abur. Concepţia lui Schmidt era complet diferită. Conducta de abur din dom sau conducta perforată, la cazanele fără dom, trecea printr-un recipient de presiune de unde conductele de abur viu degenerau în tuburi de diametre foarte mici. Fiecare dintre ele traversau o tubulatură de fum într-un al 2-lea recipient de presiune, de unde aburul trecea în camerele de distribuţie. Conceptul

a apărut în secolul al XIX-lea, dar a fost aplicat în secolul următor. Locomotivele anului 1900 funcționau cu abur saturat, caracteristic pentru tehnologia acelor ani, avînd în vedere că precedentele se creaseră cu aproape 50 de ani în urmă.

Experiența României în domeniul metalurgiei i-a permis să producă, încă din 1851, șine pentru căile ferate iar în 1872 să fabrice prima locomotivă cu abur.

BIVOLII DIN PEȘTERI...

Cum a apărut, la om, nevoia de a reprezenta imagini ale lumii înconjurătoare ? Răspunsurile nu pot fi decît simple presupuneri, totuși, este sigur că asemenea îndeletnicire este proprie numai oamenilor. O supoziție ar fi că primul stimul de a o face l-a produs misterioasa umbră. Ce-o susține ? Psihologia mistică a naturii umane.

Cea dintîi tehnologie la care s-a recurs pentru a reprezenta fauna înconjurătoare a fost mîzgălirea cu degetul. Mult înainte de a mixa culorile ori de a confecționa ustensile de gravat, el a lăsat dîre pe pămînt cu degetele sale, așa cum fac și copiii. Printr-o mare șansă, o asemenea manifestare tranzitorie de artă a supraviețuit pînă la noi, în caverna subterană de la Pech-Merle, Franța. O parte a tavanului este acoperită cu un strat subțire de argilă umedă, datorită infiltrațiilor din rocă.

Este posibil a postula cînd s-a născut ideea de expresie artistică ? În orice caz, dacă ne referim la ceea ce înțelegem azi prin artă, am putea spune că acele primitive exprimări nu au pornit dintr-o melancolie de spațiu și de formă, ci mai degrabă din nevoia de a obișnui memoria cu un catalog de produse vînătorești. Identificarea desenelor aparținînd primelor picturi rupestre din România, datate anterior anilor 10000 î.e.n., descoperite în peștera Cuciulat, Sălaj, confirmă cele ce-am spus.

Luînd probe de vopsea de la Lascaux și Altamira, s-a stabilit că primii pigmenți utilizați au fost oxizii naturali de fier și de magneziu, pentru culorile roșie și neagră, și carbonatul de fier, pentru culoarea galbenă. Albul a apărut destul de devreme, în cîteva picturi preistorice din Africa. Pigmenții erau fărîmițați fin cu pisălogul și piulița și amestecați cu agenți potriviți, mai degrabă apoși decît grași. Apoi erau păstrați în cupe din piatră sau din os, cochilii de scoici sau chiar cranii umane. Asemenea reci-

piente au fost descoperite la Les Cottes, Vienne. Opaițe din piatră diluau întunericul cavernelor.

Folosirea timpurie a degetelor este indubitabilă, cum la fel este și folosirea unor pensule primitive de diferite dimensiuni pentru finisarea detaliilor. La Altamira, liniile întunecate și detaliile mai reliefate sînt pictate cu un băț flexibil ca o pensulă dură. Cercetînd popoarele primitive moderne, putem afirma că astfel de peneluri erau încropite din crenguțe de plante fibroase, mestecate la un capăt pînă cînd fibrele se decorticau.

Uneori se trasa mai întîi conturul, apoi se umplea spațiul, alteori se executa întreaga pictură prin tencuire, fără un contur prealabil. Dacă în primul caz se puteau folosi foarte bine degetele, în cel de al doilea se întrebuințau materiale absorbante, ca mușchii sau părul animal, înmuiate în vopsea și, apoi, aplicate pe suport.

Tehnica stropirii sugerează mașini și dispozitive moderne, dar este posibilă și o foarte mare vechime. Urmele de palme cu degetele desfăcute, de pe pereții peșterilor, puteau fi obținute luînd în gură vopsea și stropind-o printre buze. Examinarea cîtorva opere policrome a acelor timpuri a evidențiat posibilitatea folosirii unei astfel de tehnologii pentru obținerea efectului de suprapunere a 2 culori diferite.

O altă tehnologie ocazională era și aceea de figurare a conturului prin puncte. Descoperirea materialelor dure, preparate din minerale colorate, a revoluționat tehnologia reprezentării. Cărbunele și alte materiale colorate maleabile au fost folosite în acest fel.

Și arta gravării își are originea în preistorie. 40000—18000 î.e.n. Două tehnologii se foloseau frecvent : prin incizie și prin săpare. Majoritatea desenelor au fost făcute prin linii de incizie, imprimate ori pe fațetele rocii ori pe mici pietre sau bucăți de os, corn sau fildeș. Ustensila principală pare să fi fost acul de gravat, de tipuri și forme diferite. Rareori s-au descoperit și uneltele lîngă operele de artă. Omul culturilor tîrzii a dezvoltat și o altă tehnologie, ce foarte bine poate fi denumită tehnologie de săpare în piatră. Lucrările erau aplicate, în mod frecvent, pe suprafețele plane ale unor mari blocuri de stîncă. Tehnologia consta în decuparea de material cu ajutorul unei dăltițe. Uneori se trasau numai contururile, alteori în-

treaga figură. În ciuda stîngăciilor epocii au fost realizate opere remarcabile.

Pe coasta nordică a Norvegiei coexistă mai multe încercări picturale efectuate cu mare acuratețe și un contur ireproșabil, care, în loc să fie scrijelite în rocă, par a fi realizate prin șlefuirea pietrei cu lemn, nisip și apă. Aceste contururi au rezistat mai bine la eroziunea timpului decît însăși suprafața rocii, astfel că, în prezent, ies în relief. În multe cazuri s-au folosit tehnologii mixte ; conturul era gravat, apoi suprafața interioară era pictată. Prin apariția acestei tehnologii de reprezentare plastică se realiza prima condiție de artă. De aici și pînă la reprezentările în relief nu a fost decît un pas.

Două tehnologii de modelare în relief au intrat în uzul beneficiarilor uitați cam în același timp : modelarea în relief și modelarea de forme independente. Mărturii de primul fel sînt destul de puține. Cele mai renumite sînt reliefurile argiloase ale bizonilor de la Tuc d'Audoubert. Masa de argilă a fost aplicată pe o bucată de rocă căzută, apoi s-a procedat la modelare. Operația pare să fi fost executată, în mod special, cu mîinile goale, dar detaliile, ochii și coamele au fost făcute, probabil, cu un băț sau o piatră. Primele forme independente au fost executate din argilă și noroi. Din acest motiv, numai foarte puține au putut răzbate în colecțiile muzeelor secolului al XX-lea și ele provin din Paleoliticul superior, cînd tehnologia de ardere a argilei nu fusese inventată.

Astfel de tehnologii au inaugurat o a doua condiție a artei. Printre timpuriile modele, micile figurine de la Věstonice, Iugoslavia, sînt probabil cele mai demne de laudă. Au fost modelate din argilă amestecată cu pulbere din oase de mamut, pentru rigidizare, și sînt nearse.

Originea sculpturii, ca formă de artă, o putem plasa aici, în Paleoliticul superior, fără să ne fie teamă de ridicol. Basoreliefurile care împodobesc pereții grotelor, îndeobște cu frumoasă faună cabalină, cum ar fi la Cap-Blanc, Laussel și Dordogne sînt magnifice. Tehnologiile folosite par să fi urmat un drum lent și laborios, cu toate acestea însă sculpturile înseși nu ne dau informații prea multe despre folosirea lor. Marele număr de obiecte găsite — fie din fildeș, fie din ceva asemănător — sfîșiind

spațiul, în general, cu forme opulente de femei ori capete de animale, sugerează o activitate îndelungată de dezvoltare, de cînd lemnul și alte materiale deformabile au început să fie folosite. În schimb, statueta „Gînditorul", aparținînd culturii „*Hamangia*", exprimă, totodată, o enigmatică profunzime meditativă și ingeniozitate creatoare.

Întîlnire de gradul III...

Exteriorizarea împodobește natura oricărui animal și, atunci, prelungirea simțurilor noastre a atins scoarța copacilor, piatra stîncilor și lutul pămîntului. Era vremea cînd rațiunea se încropea din intuiții subconștiente. Pentru a o transforma în gîndire era nevoie de obiectivitate și, în acest scop, de elementul neutru care să-și păstreze starea, atîta timp cît nu intervine nici o cauză exterioară.

Scrisul va fi prima tehnologie imaginată de om ce întrunește adeziunea de ansamblu a unui grup social. Dacă limbajul a apărut foarte timpuriu, din transfocarea grohăiturilor în sunete articulate, trebuie să admitem că și scrierea datează de multă vreme, suficientă pentru a înmagazina procedee caracteristice de evoluție a civilizațiilor, fiind în măsură ca să le servească drept definiție.

Un punct de răscruce, desigur, îl constituie anul 1946, cînd arheologul american Samuel Noah Kramer a publicat descifrarea tăbliței de argilă gravate aparținînd sumerienilor, un antic popor desfășurat în văile rîurilor Mesopotamiei acum 6 000—7 000 de ani. S-a presupus atunci, pe baza unor documente inatacabile, că întreaga istorie umană începe la Sumer. Astăzi, dovezile contestatare se înmulțesc. La un moment dat lideră a devenit localitatea turcă Chatal Hüyük, unde au fost relevate urmele unei străvechi civilizații, după care a apărut localitatea iugoslavă Lepenschi Vir, cu vestigii de-a dreptul uimitoare. Și surprizele au continuat cu veritabile probe de scriere pictografică și sintetică în Balcani, mai vechi cu 5—8 secole decît cele din Sumer, ceea ce l-a făcut pe arheologul bulgar Stepan Kristov să afirme că istoria a debutat în Balcani. De altfel, nu departe de Balcani, în satul Tărtăria, de pe malul Mureșului, s-au descoperit mai multe tăblițe, care conțin semne asemănătoare celor existente pe tă-

bliţele de la Uruk. Datarea cu carbon radioactiv aduce dovada unei vechimi de peste 6 000 de ani.

Scrisul se constituie într-un ansamblu tehnologic în dependenţă funcţională directă de nivelul tehnic şi intelectual al fiecărei societăţi pe care o deserveşte. Elaborarea a urmat o îndelungată geneză, posibil de structurat în 3 mari etape : scrierea sintetică, scrierea analitică şi scrierea fonetică.

Scrierea sintetică strînge primele stilizări umane, tinzînd către „semn" şi devenind o scriere de idei. Lecturarea ei ţine de rebus, fiind interpretativă într-un spaţiu obscur şi prea puţin distinct. Printre acestea enumerăm drept cele mai timpurii tăbliţele găsite în templul lui Inanna la Erech. Sînt semne care pot simboliza numere şi schiţe de animale, păsări, peşti, plante, ustensile şi părţi de corp uman. Pentru oamenii Paleoliticului semnele şi imaginile se confundau în primele manifestări ale unui limbaj materializat. Conchidem că şi în Sumer, şi în Egipt scrisul a debutat şi s-a dezvoltat din desene pictografice, deoarece pentru a-i prinde semnificaţia trebuie „tălmăcit". Faptele sînt relatate prin imagini, în aşa fel încît sensul nu e legat de limbă. În mod sigur, nu putem exclude şi preocuparea estetică, care transforma desenul în simplu ornament, dar socotesc că nu-şi are sensul, atunci cînd căutăm un început. O tăbliţă conţinînd un cap de cornută, un spic de grîu sau un peşte alături de impresiuni circulare trebuie socotită, în primul rînd, un memorator de uz personal sau comun. Se poate considera că aceste tăbliţe reprezintă adevăratul început al scrisului.

De exemplu, asocierea unui cap de om cu o bucată de pîine sau de mîncare exprimă acţiunea de a mînca. Însă, este posibil ca această combinaţie să inscripţioneze un nume propriu. Dacă e aşa, înseamnă că sîntem în faţa primelor întrebuinţări ale semnelor pentru a simboliza sunetele. Fără îndoială, cuvintele-semn nu puteau suplini funcţiile esenţiale ale unui sistem evoluat de înregistrare, adică reprezentarea vizibilă a unei exprimări inteligibile

Prima soluţie a fost înmulţirea detaliilor semnelor pictografice. Astfel, în hieroglifele egiptene, desenul unui om este folosit în mai multe moduri. Alan Gardiner a revelat 53 de reprezentări ale omului în diferite ipostaze sau activităţi. Scribii sumerieni dezvoltă un alt sistem,

constînd din marcarea semnelor pictografice cu așa-numitele linii *gunu*, ceea ce semnifica modificarea sensului original. Se va manifesta o tendință expansionistă a semnelor și în timp ce lista lui Gardiner conține 732 de semne, aflate în uz în timpul Regatului Mijlociu, în Egipt, primele documente sumeriene de la Erech conțin nu mai puțin de 2 000.

Exprimarea unei acțiuni printr-o înșiruire de imagini corespunde, probabil, unui stadiu al limbajului în care cuvîntul separat nu se afirmase încă, dar în care succesiunea ideilor separă fazele unei acțiuni. Francezul Albert Flocon, în *Universul cărților*, stabilește că „schematizarea semnelor și personajelor, și mai ales a acțiunilor, pare să indice anumite convenții".

În America de Nord, povestirile prin imagini ale eschimoșilor sînt exemple de scrieri sintetice reprezentînd părți de fraze (idei) și semne născute din gestică.

Civilizațiile precolumbiene, bazate pe societăți urbane întrepătrunse de relații sociale complexe, au elaborat scrieri care se constituie într-un proces de tranziție de la scrierea sintetică la cea analitică, de cuvinte. În ele găsim chiar și unele încercări de notații fonetice.

Scrierea aztecilor este în esență o pictografie, în care semnele se îmbină cu splendide motive ornamentale. Pe lîngă pictografie apare și o scriere prin cuvinte. Cînd doreau să scrie ceva ce nu se putea exprima cu aceste 2 categorii de semne, mai ales nume, se mai ajutau și cu semne fonetice. „Acesta era stadiul scrierii, cînd au venit spaniolii, fonetizarea ajunsese pînă acolo, încît misionarii puteau nota cu ajutorul ei chiar și pe «tatăl nostru» pe latinește", ne mărturisește atît de plastic Elisabeth Hering din R.D.G. în cartea *Schrieb Noah schön ?* (Știa Noe să scrie ?).

Asemănătoare era și scrierea populației Maya, numai că la ei pictografia este înlocuită de niște „hieroglife", un amestec de semne simbolice și fonetice. Sovieticul Iuri Valentinovici Knorozov a reușit să descifreze, în 1955, scrierea mayașilor, identificînd semnele lor ca silabe. Cu toate acestea nu se poate da verdictul dacă în cazul limbilor maya este vorba de o scriere de idei, de cuvinte sau fonetică și cît anume revine fiecăruia dintre ele.

Scrierile sumeriene, egiptene şi chineze sînt considerate cele mai vechi scrieri analitice. Apariţia lor marchează transformarea silabelor într-o structură faptică, oprind preistoria în faţa manuscriselor.

Am observat că soluţia care exista la îndemînă a generat delimitarea semnelor pictografice pentru reprezentarea sunetelor. Procesul a fost sugerat de existenţa, atît în Egipt, cît şi în Sumer, a omonimelor, cuvinte cu aceeaşi pronunţie, dar cu înţelesuri diferite. Tăbliţele găsite la Jemdet Nasr, în nordul Babilonului, şi datate la aproximativ 3000 î.e.n., par să fie primele exemple de extindere a registrului semnelor pictografice prin această metodă.

În acest fel a crescut numărul de expresii care puteau fi exprimate cu semnele pictografice. Din nefericire s-au înmulţit şi ambiguităţile şi, mai mult, folosinţa era limitată de numărul relativ mic de omonime. Oricum, utilizarea omonimelor a crescut utilitatea semnelor. Întîmplarea a făcut ca vocabularul sumerian, în principal monosilabic, să ajute procesul. Pentru începutul mileniului al III-lea î.e.n. pot fi singularizate 3 tendinţe : folosirea aceluiaşi cuvînt-semn pentru pronunţii similare, dar cu înţelesuri diferite, însoţită de o dezvoltare restrînsă a semnelor silabice ; introducerea determinativelor ; compartimentarea semnelor în ordinea în care trebuie citite.

Efectul dezvoltării semnelor silabice s-a resimţit în reducerea numărului curent în uz. Dacă în jurul anului 3600 î.e.n., în Mesopotamia civilizaţiei Uruk IV, circulau 2 000 de semne, 400 de ani mai tîrziu numărul lor scăzuse la 800, ca în timpul regelui Urukagina din Lagash, circa 2900 î.e.n., alte 200 de semne, întrebuinţate în textele găsite la Fara, să dispară.

Determinativele erau destinate să uşureze lectura. Semnul de plug, precedat de determinativul „lemn", desemna unealta însăşi, precedat de determinativul „om", plugarul.

În decursul „divorţului" dintre sunet şi înţeles, cuvintele-semn nu vor delimita numai simple sunete, ci şi silabe. Numărul acestora trecea puţin de 300. Semnele silabice au permis scrierea acelor elemente de gramatică ca prefixe, sufixe, prepoziţii, adverbe şi conjuncţii, care nu puteau fi exprimate pictografic.

Un alt ajutor important oferit de semnele silabice a constituit-o utilizarea lor ca complemente fonetice.

Cea de a 3-a direcție de dezvoltare a împins scrisul spre o ordine anumită. Pe primele tăbliță găsite aranjamentul semnelor era arbitrar. Procesul pare să se fi încheiat în timpul domniei regelui Eannatum, circa 3000 î.e.n.

Astfel, spre sfîrșitul mileniului al IV-lea î.e.n., sistemul sumerian de scriere conținea 500—600 de semne silabice, dintre care 100 erau fonetice, reprezentînd vocalele a, e, i, o, u și diferite combinații consonantice ale acestora.

Este interesant de știut că, deși egiptenii au descoperit de timpuriu principiul alfabetic de scriere, ei și-au păstrat în uz învechitul sistem tradițional.

Mesopotamia e o cîmpie între două fluvii, în care stîncile și pietrele sînt rare, iar lemnul, scump ; în schimb, există, din belșug, lut aluvionar. Pe tăbliță de lut umed, care apoi erau arse în cuptor pentru a da textului rezistență, își imprimau sumerienii scrierile lor, folosind drept condei niște lujere de trestie cu vîrfuri ascuțite în formă de triunghi. De aici forma de cuișor a liniilor scrijelite, de la care această scriere a fost denumită „cuneiformă".

Pe cele mai primitive tăbliță, conturul semnelor pictografice era desenat în argilă cu o ramură de trestie cilindrică și goală, tăiată la capăt. Nu prea ne putem da seama cum erau realizate liniile curbe. Tăblițele de la Fara ne indică faptul că scribii începuseră să taie vîrfurile ustensilelor în unghiuri și în loc să deseneze caracterele au început să le obțină prin presare. În așa fel realizau designul cu o trusă de tije de diferite dimensiuni și grosimi.

Se desăvîrșise o tehnică convenabilă pentru un material plastic-vîscos ca lutul, eliminînd rezistența de realizare a liniilor curbe. Figurile și-au pierdut deci, cu timpul, rotunjimile și, implicit, forma, transformîndu-se în grupuri de liniuțe drepte, verticale, oblice, sau orizontale. De aceea, preocuparea scribului egiptean de a conferi textului o frumusețe picturală nu o vom regăsi la cel mesopotamian.

Un curios fenomen a afectat dezvoltarea exterioară a scrierii. Inițial, semnele erau orînduite în coloane verticale, scrise de sus în jos, coloanele fiind dispuse de la

dreapta la stînga. Mai tîrziu, notarea se rotește cu 90°, culcîndu-se, mergînd de la stînga la dreapta fără ca semnul să-și schimbe orientarea. Se pierdea astfel, cu desăvîrșire, legătura cu figurile de odinioară. De atunci, aducînd condeiul în lutul moale, se va scrie în rînduri orizontale, așa cum scriem și astăzi. Motivul pare a fi faptul că primele tăbliță erau suficient de mici pentru a fi ținute confortabil în palma stîngă la un unghi de 45°. Chiar dacă semnele erau scrijelite orizontal, ele se citeau vertical. Crescînd dimensiunile tăbliței, această poziție a devenit incomodă, trebuind să fie așezate pe o masă și rotite în sens contrar acelor de ceasornic. Dar dacă unghiul a fost numai de 45°, semnele erau aplicate în același mod ca înainte. Deci, cînd tăblița era citită în poziție verticală semnele apăreau așezate orizontal, sensul de interpretare fiind de la stînga la dreapta. Explicația ar mai putea fi susținută de faptul că era dificil de a aplica vertical inscripțiile de pe morminte, și chiar dacă pe stela lui Hammurabi, pe la 1700 î.e.n., semnele erau depuse în vechea poziție, imediat după aceea s-a adoptat noua linie.

Un important eveniment petrecut în sistemul sumerian de scriere l-a constituit cucerirea Mesopotamiei de către semiți. Primele triburi au fost babilonienii, aflați pe o treaptă de dezvoltare socială inferioară. Printre bunurile preluate de la învinși a figurat, în primul rînd, tehnologia scrisului. Însă limba babilonienilor era total diferită de cea a sumerienilor pentru care fusese creat scrisul însușit. Au început să vorbească și să scrie în limba sumeriană și după ce poporul sumerian dispăruse de mult, așa cum europenii evului mediu vorbeau și scriau latinește ; mai tîrziu s-au deprins să compună lucrări și în propria lor limbă. Datorită polivalenței semnelor sumeriene, babilonienii, și apoi asirienii, au fost nevoiți să facă liste ideografice și fonetice ale semnelor. Sistemul cuneiform, relativ simplu la origine, a devenit acum foarte complicat, incumbînd dificultăți de citire. Cu toate acestea, începînd din cel de-al II-lea mileniu î.e.n., această scriere, prin precizia sa, devine scrierea diplomatică internațională între faraonii Egiptului, regii hitiților, prinții mitaniți și conducătorii canaaniți.

Un vecin puternic al Babilonului a fost regatul Elam, mileniul 2 î.e.n. Locuitorii săi au năvălit în repetate rînduri în țara dintre cele 2 fluvii, dar bunul cel mai de preț pe care și l-au însușit a fost scrierea cuneiformă. Limba elamită nefiind o limbă semitică, beneficiarii ei au eliminat ideogramele, afară de cîteva noțiuni extrem de uzuale, au redus numărul semnelor cuneiforme și au obținut o scriere silabică aproape pur fonetică. Așa s-a născut limba neosusiană, limbă ce figurează în inscripția trilingvă de la Persepolis, peste care a dat Grotefend. S-a ajuns la o notație silabică de 113 semne (sec. al VII-lea î.e.n.). În ce a constat meritul acestui Grotefend ? Nimic mai mult decît că, neajutat de nimic, în afară de un raționament corect, a reușit să descifreze o scriere necunoscută. Pe vremea cînd era un tînăr suplinitor de limbă germană, la un pahar cu vin, a propus un pariu prietenilor săi : el va descifra cuneiformele ! Într-adevăr, s-a ținut de cuvînt !

Dacă cucerirea asiriană nu a avut nici o înrîurire asupra scrisului cuneiform, fiindcă asirienii și babilonienii vorbeau limbi înrudite, cucerirea persană va aduce ultimele modificări. Pe cînd sumerienii și semiții avuseseră o scriere prin cuvinte întregi, ilustrată fie prin ideograme, fie prin semne fonetice, iar la elamiți căpătase caracterul silabic, perșii, formațiune indoeuropeană, i-au atribuit o textură compusă aproape numai din litere, păstrînd vreo 4 ideograme și cîteva semne reprezentînd silabe.

Remarcabil pentru tehnologia cuneiformă de scriere a fost, cu toate că era așa de complicată, asimilarea ei de către popoare distanțate geografic de șesul dintre Tigru și Eufrat. Hitiții au fost primul popor indoeuropean care și-a transcris limba printr-o notație împrumutată din sistemul cuneiform. Deși posedau o scriere ideografică proprie, au preluat, rapid, semne din scrierea cuneiformă. Au preluat scrierea cuneiformă și unele triburi siriene, la care, probabil, sub influența alfabetului vechi semitic, devine o scriere alfabetică. Stau mărturie tăblițele de lut de la Ras-Shamra cu inscripții de pe la 1300 î.e.n.

În Egipt, ca și în Mesopotamia, cele dintîi elemente de scriere le-au alcătuit desenele unor obiecte cognoscibile. Sir Flinders Petrie susține contrariul :

„O mulțime de semne aparține vremurilor timpurii, cînd desenul era primitiv, iar în artă se dezvoltau numai deprinderile mecanice. Prin urmare... este imposibil de a presupune o origine picturală a acestora. Ele au apărut într-o vreme cînd semne rudimentare satisfăceau redarea ideii prin simbolizarea intenției dorite, cu mult înainte ca figurile să devină indispensabile."

Este greu să acceptăm o astfel de ipoteză, căci pietroglifele, chiar dacă reprezintă sau nu o scriere, ilustrează o dezvoltare certă a reprezentărilor picturale atît liniare, cît și rotunde. Desigur, în Egipt a apărut o modalitate de scriere liniară, dar evoluînd din scrierea hieroglifică și neavînd nici o legătură cu semnele lui Petrie. Atunci, ipoteza unei origini duale a scrierii egiptene este greu de susținut.

Oare scrierea egipteană este o invenție autohtonă sau o reproducere ? Semnele picturale de pe tăblița de la Kish sugerează o remarcabilă asemănare cu hieroglifele egiptene, asemănare ce poate fi accidentală sau rezultatul unei dependențe sau imitații.

Se pare că ultima afirmație are un suport în faptul că, în timpul primei dinastii, scrisul utilizat se constituise, deja, într-o structură complexă, fără antecedente, ce includea 3 categorii de semne : ideogramele, semnele fonetice și determinativele, întrebuințîndu-se după cum urmează : a) Primele erau uzitate ori de cîte ori sensul cuvîntului se desprindea clar din figură. Deoarece însă această întrebuințare directă, redînd sensul propriu al figurilor, a devenit imediat ceva deosebit, se adăuga, în acest caz, o linie verticală sub imagine. 3 linii dedesubt indicau pluralul ; b) Dacă nu exista o figură apropiată se scria fonetic. În majoritatea cazurilor se utiliza cîte un semn pentru mai multe consoane și cînd acestea nu erau suficiente se adăugau semne pentru cîte o singură consoană ; c) Dacă apărea o incertitudine, se preciza sensul prin semne determinative. Ele se desenau de obicei la sfîrșitul cuvintelor și facilitau lectura indicînd unde se termina un cuvînt și unde începea altul. Întrucît și ortografia se subordona legilor estetice, egiptenii nu au avut un semn anume pentru a despărți cuvintele între ele și nici nu lăsau spațiu între cuvinte.

Sensul în care se scria era variabil, rîndurile fiind așezate fie vertical, fie orizontal. În cazul scrierii pe orizontală, egiptenii preferau sensul de la dreapta la stînga, dar se întîlnește și sensul contrar.

Complexitatea este similară celei existente în Mesopotamia perioadei protoliterate, dar acolo distingem un stadiu primitiv prin întrebuințarea numai a ideogramelor. A nega, deci, că sistemele de scriere egiptean și mesopotamian sînt înrudite echivalează cu afirmația că egiptenii și-au inventat sistemul independent de orice influență. Evidențele prezente sugerează, mai degrabă, o dependență sumeriană. Oricum, există importante diferențe în evoluția celor două sisteme. Să ne oprim asupra a 3 dintre ele.

În primul rînd, hieroglifele egiptene au rămas pînă la urmă desene de o mare forță evocatoare și aceasta datorită, în parte, diferitelor materiale suport. Evoluția cuneiformelor este în întregime subordonată dificultăților practice de a așeza pictograme pe lutul moale, în timp ce, în Egipt, descoperirea timpurie că papirusul poate constitui un material inepuizabil de scris a permis sublimarea caligrafiei în artă. Această artă a supraviețuit, aproape, neschimbată pînă în perioada romană, dar utilizarea ideogramelor, silabelor și a determinativelor a rămas comună ambelor sisteme.

În al doilea rînd constatăm că forma artistică a hieroglifelor nu s-a putut transforma într-o scriere curentă, de uz comun. Astfel, încă din timpul domniei celui de-al 4-lea faraon al primei dinastii, s-a impus o formă cursivă, numită scriere *hieratică*. Desenul semnelor e mult simplificat, cu o tendință la ligatură care, după cum remarcă Gardiner, se datorează unei rapide manipulări a bețigașelor, în contrast cu precizia geometrică a dălților. Începînd cu anul 650 î.e.n., semnele au fost simplificate și mai mult, dînd naștere scrierii *demotice*, a cărei origine hieroglifică abia se mai ghicea. Era, de fapt, o scriere populară — în grecește, *demos* — popor — utilizată la notarea textelor administrative și literare, apropiată de limba uzuală. Forma aceasta de scriere a deservit întreaga epocă ptolemeică și romană, fiind regăsită și faimoasa stelă de la Rosetta, ce a constituit material documentar pentru Champollion. Dar aceste feluri diferite de scriere nu sînt

sisteme deosebite, ci același sistem, diferit executat, cum ar fi la noi caracterele de tipar și cele de mînă.

În al treilea rînd, trebuie să ținem seama că în Sumer scrierea a apărut dintr-o necesitate de rezolvare a problemelor economice și administrative, în timp ce în Egipt, un teren îngrădit de deșert în valea roditoare a Nilului, scrierea s-a constituit dintr-un element monumental al artei, furnizînd nume și titluri pentru identificarea figurilor. În acest caz, atașînd o importanță magică caracterelor, putem fundamenta, pentru scrierea egipteană, o origine religioasă, dezvoltată de cultul morților.

Momentul istoric în care putem sesiza emergența scrisului, într-o aranjare distinctă de reprezentări picturale, coincide cu începuturile statului egiptean centralizat. Paleta de farduri a regelui Narmer ne permite să pipăim nașterea hieroglifelor. Vechimea de 5 000 de ani îi conferă girul unuia din cele mai vechi documente scrise ale Egiptului din cîte cunoaștem. Faraonul este reprezentat într-o atitudine de învingător, gata să-i dea lovitura de grație dușmanului îngenunchiat în umilință. Sus, în mijlocul paletei, un pește și o daltă configurează 2 hieroglife care redau numele regelui. Peștele are valoarea fonetică „nar", iar dalta, „mer". „Nar-mer" este expresia obținută din simboluri fonetice, ignorînd imaginea picturală. La dreapta regelui distingem o reprezentare ce exemplifică, mai departe, același proces, în cele dintîi faze. Recunoaștem un fragment de scriere ideografică. Este un oval, ce înmagazinează o bucată de pămînt, cu un cap legat cu o funie, iar un șoim, așezat pe un mănunchi de 6 frunze de lotus, ține capătul frînghiei în gheare. Șoimul simbolizează zeul Horus. „Zburătoarea" îi aduce faraonului prizonieri pe locuitorii unei țări. Floarea de lotus, un accesoriu acvatic milenar, servea ca semn fonetic pentru noțiunea de 1 000, astfel că cele 6 frunze înseamnă, poate, numărul 6 000. Care anume e țara cucerită ne-o spune valoarea fonetică a semnului de sub aceste figuri, ce reprezintă o cange. Țara se chema *Ua*. Și ca să fie mai limpede sensul cängii, s-a desenat dedesubt un dreptunghi umplut cu linii sinuoase, despre care oricine își poate da seama că reprezintă cursul unei ape, deci o țară situată pe malul acesteia. Desigur, paleta lui Narmer nu a servit

numai ca o înregistrare a unei victorii militare, ci conţinea, de asemenea, şi un mesaj sacerdotal.

Limba egipteană nu a dispărut o dată cu aceste scrieri, a continuat într-o notaţie a alfabetului copt, o derivaţie a alfabetului grec.

Foile de papirus deveneau un material de scris de largă circulaţie. Planta poate atinge o înălţime de 5 m şi se găsea în toate mlaştinile Nilului. Datorită multiplelor întrebuinţări a fost cultivată, în antichitate, în adevărate plantaţii. Tulpina, groasă cît un braţ de om, culeasă timpuriu, era moale şi suculentă, permiţînd pregătirea unei mîncări savuroase, ceva similar cu prazul oltenilor. Devenită lemnoasă, la maturitate, ea se cioplea şi servea la confecţionarea a numeroase recipiente şi ustensile. Din fibrele tulpinilor se manufacturau frînghii, se împleteau rogojini şi se construiau plute. Peste milenii, Thor Heyerdahl le-a reimaginat tehnologia. Mai preţios decît orice era însă miezul, căci din el se fabrica materialul de scris. Miezul se debita în fîşii subţiri care se aşezau, una lîngă alta, pe o scîndură udă. De-a curmezişul primului strat se aşeza un al doilea. Bătute zdravăn cu maiul, fîşiile se contopeau într-o masă bine închegată, fără nici un alt clei, decît propriul lor suc. Foile de papirus astfel obţinute se uscau, apoi erau lipite unele de altele, formînd benzi lungi, care erau înfăşurate sul. Pielea şi pergamentul înlocuiau deseori papirusul.

Ca unealtă de scris se folosea un fel de pensulă făcută dintr-un beţigaş de trestie ascuţit la vîrf. În mod frecvent, se scria cu cerneală neagră şi numai pentru a atrage atenţia asupra pasajelor importante se utiliza cerneala roşie, un obicei preluat de romani şi conservat pînă în zilele noastre. Cerneala egiptenilor era atît de durabilă, încît s-a păstrat timp de milenii fără să păleasca.

Arthur Evans, descoperitorul Cnossos-ului şi al civilizaţiei minoice în Creta, a grupat diferitele tipologii de scriere în sistemele pictografice şi liniar, ultimul fiind divizat în două variante : *liniar A* şi *liniar B*.

Cele dintîi semne pictografice datează de la începutul mileniului al III-lea î.e.n. şi erau gravate pe sigilii. Dar nu este sigur că ele ar putea reprezenta într-adevăr un sistem de scriere. Pictogramele vor apărea mai tîrziu, aproape de începutul mileniului al II-lea î.e.n. Ele se

regăsesc acum şi pe tăbliţe şi amintesc atît de signatura hititilor, cît şi de hieroglifele egiptene.

Varianta *liniar A* apare pe la mijlocul secolului al XVII-lea î.e.n., în timp ce varianta *liniar B*, în jurul anului 1400 î.e.n. Ambele sînt cursive, însă imposibil de discernut dacă evoluează din semne pictografice, precum variantele hieratic şi demotic din scrierea egipteană, deoarece semnele pictografice vor continua să existe pînă la sfîrşitul civilizaţiei minoice.

Un lucru este clar, cele 2 sisteme de scriere nu pot fi alfabetice. Evans a numărat vreo 135 de semne pictografice şi a crezut în particularitatea ideografică, fonetică şi determinativă a sistemelor. Direcţia de scriere este, uneori, de la stînga la dreapta şi, alteori, circulară. A identificat aproximativ 90 de semne în *liniar A* şi 64 în *liniar B*. Ultima variantă a fost descoperită numai în palatul de la Cnossos şi a fost descifrată în anii '60 ai secolului nostru de către englezii Michael Ventris şi John Chadwick.

În 1908 era dezgropat, în Creta, faimosul disc al lui Hefaistos, o tăbliţă de teracotă cu un diametru de 0,17 m avînd inscripţii picturale pe ambele părţi, separate de bare de sens. Sînt 241 de semne, reprezentînd figuri humanoide şi de animale, părţi de corp şi diferite alte obiecte. Originea discului a rămas, pînă azi, nedeterminată.

În scrierea chineză, fiecărui cuvînt îi corespunde cîte un semn, ca în scrierea cuneiformă sumeriană şi în cea hieroglifică. Un singur aspect fisurează asemănarea : pe cînd cele două redau cuvintele cu fonetismul lor, în chineză evoluţia a fost cu totul alta. Este mai mult ca sigură o origine pictografică, care, în decursul evoluţiei, şi-a pierdut treptat asemănarea fizică. Cele mai vechi inscripţii au fost depistate în 1899, în provincia Honan din nordul Chinei. Sînt cîteva mii de fragmente de os şi carapace de broască ţestoasă inscripţionate cu caractere vechi, peste 3 000 la număr. Dintre ele, numai 600 au putut fi identificate.

Limba chineză, monosilabică, se pretează, în mod deosebit, notării ideografice, cuvînt cu cuvînt. Mai toate cuvintele sînt alcătuite dintr-o consoană urmată de o vocală. Funcţia gramaticală a cuvîntului decurge din poziţia sa în frază. Deşi sînt zeci de mii de hieroglife, combinaţiile posibile nu sînt mai mult de 600, deci atîtea cuvinte mono-

silabice. Aici, chineza este ajutată de un element necunoscut la noi, tonurile.

În limbile noastre, diversitatea tonului în pronunția aceluiași cuvînt nu exprimă decît diferența afectivă, sensul rămînînd același. În limba chineză, aceeași silabă are diferite înțelesuri, după tonul cu care e pronunțată.

Forma exterioară a scrierii este legată de respectarea strictă a regulilor caligrafice, indispensabilă dacă se dorește evitarea tuturor confuziilor posibile între cele aproximativ 50 000 de caractere, reduse la 8 000 în uzul curent. Din cele mai vechi timpuri, fiecare semn se înscria într-un pătrat imaginar, astfel că toate ocupă același spațiu, fie că sînt formate dintr-o singură trăsătură, fie din mai multe. Pentru a obține această egalitate, liniile se scurtează sau se lungesc, corpul semnelor se scrie mai strîns sau mai larg, lucru ce adesea schimbă figura pînă la a o face de nerecunoscut. Estetica este apropiată de artă. Dungile șirurilor de semne formează benzi ornamentale. Scrierea curge de sus în jos, în coloane verticale lungi care se ataşează una de alta de la dreapta la stînga. Dar ideogramele se pot înșirui și orizontal, atunci cînd necesitatea armoniei o impune. Și atunci, rîndurile merg, de obicei, tot de la dreapta la stînga. Dacă, însă, textul chinez dublează, în subsol, o scriere europeană, atunci ideogramele sînt dispuse în aceeași ordine ca în aceea, adică de la stînga la dreapta.

Forma arhaică a caracterelor inscripționate pe materiale ca piatra, metalul, oasele, lemnul, bambusul și mătasea evidențiază o gravare executată cu un trasaj masiv. Ustensilele de scris erau condeiele tari ori bețișoarele înmuiate în culori. Forma caracterelor s-a modificat considerabil utilizînd o nouă tehnică de scriere, dezvoltată prin 2 invenții : cea a hîrtiei și cea a pensulei. Hîrtia a fost inventată de Jing Ling, în jurul anului 105, adică atunci cînd Traian se pregătea să puncteze maxima întindere a imperiului roman prin cucerirea Daciei și cînd Tacitus scria *Germania*. Pensula a subjugat întreaga caligrafie chineză, permițînd racorduri și grosimi dintre cele mai rafinate, caligrafii întrecîndu-se în a inventa forme mereu noi, mereu mai frumoase și mai înzorzonate, primind denumiri dintre cele mai curioase.

Puternica influenţă culturală chineză a înlesnit inducţia limbii chineze către limba japoneză, avînd pentru niponi aceeaşi semnificaţie ca şi pentru occidentul antic limba greacă, sau a celei latine pentru medievali. Aceste împrumuturi din chineză nu se puteau reda în scris prin semnele silabelor japoneze, la fel cum limba chineză nu poate fi redată prin semne fonetice. În primul rînd, pentru că există prea multe omonime şi, apoi, fiindcă în japoneză lipseşte acel „ton" muzical şi, deci, riscul de confuzii este şi mai mare. Soluţia a venit prin preluarea împerecheată a termenului cu ideograma corespunzătoare. Pentru aceste considerente sistemul de scriere japonez a rămas mixt, ambiguu, plin de ideograme, acestea fiind prevăzute, de cele mai multe ori, cu indicaţii fonetice cerute de justa lor pronunţie. Şi în sensul de scriere transpare incidenţa chineză. Se scrie de sus în jos şi fiecare coloană se adaugă de la stînga la dreapta celei ce o precede.

Înainte de inventarea scrierii alfabetice, meşteşugul scrisului a constituit apanajul preoţilor şi al scribilor. Egiptenii Regatului Vechi descoperiseră posibilitatea de reprezentare a unui sunet printr-un semn. Prizonieri conservatorismului lor metafizic, ei nu au folosit-o pe de-a-ntregul. De aceea nu se poate considera sistemul lor de notare a sunetelor ca fiind alfabetic, căci, dacă scrierea egipteană ar fi întrunit condiţiile unui alfabet, în mod sigur egiptenii s-ar fi debarasat de greoaiele lor hieroglife. Gardiner, însă, nu a ezitat să considere lista semnelor care simbolizau sunete un „alfabet". Oricum, nu putem considera Egiptul ca loc de formare a primului alfabet, deşi formele timpurii ale literelor derivă din scrierea egipteană. Şi, cu toate aceste aspecte, cea mai veche scriere alfabetică ne parvine de la o populaţie semitică, în contact cu civilizaţia egipteană, ce a fiinţat în mileniul 2 î.e.n. şi care a transbordat-o în Palestina, de unde fenicienii au preluat-o, asigurîndu-i, primii, un statut utilitar.

În anul 1905, englezul Flinders Petrie pornea, în fruntea unei expediţii, spre paradisul pietros de la Sarabit-el-Hadim, unde erau localizate ruinele templului lui Hathor şi minele de aramă părăsite ale egiptenilor. Părea încredinţat că mai putea găsi urme de antichitate egipteană, avînd în vedere că locul fusese valorificat şi de alţii, înaintea sa. Surpriză ! Flinders Petrie şi echipa lui aduc

în contemporaneitate o mulțime de obiecte care se deosebeau fundamental de relicvele egiptene descoperite pînă atunci. În interiorul templului a găsit sculpturi de un finisaj primitiv față de cel egiptean și cu inscripții care, deși semănau incontestabil cu hieroglifele, nu erau hieroglife. Mai degrabă se apropiau de caracterele feniciene. Stupoare ! Într-o galerie de mină, soția lui Petrie descoperă un fragment de piatră ce purta aceleași semne indescifrabile. După cîțiva ani s-a stabilit că puteam vorbi despre cea mai veche scriere alfabetică din cîte se cunoșteau pînă atunci. Din nou veșnica întrebare era pe buzele tuturor : cine a inventat literele ?

Putem atribui scînteia gîndului unei individualități care, beneficiind de o minte genială, să întrevadă că, întrebuințînd un număr redus de semne corespunzătoare sunetelor, le putem scrie pe toate ? Hubert Grimme a trudit din greu ca să ne ofere argumente în favoarea ipotezei că acele inscripții protosinaitice sînt concepute în ebraica Vechiului Testament. Semnele scrierii de pe Sinai sînt, fără, doar și poate, derivate din scrierea egipteană și, susține Grimme, din varianta hieratică. Ele nu au, însă, aceleași valori fonice, lucru care a împiedicat, inițial, descifrarea lor. Atribuind nume ebraice acelor semne și considerînd ca valoare fonetică prima literă a cuvîntului ebraic respectiv, misterul a început să se destrame. S-o lăsăm, din nou, pe Elisabeth Hering să ne povestească îndoiala elaborării acestei scrieri :

„Oare un semit, care cunoștea scrierea egipteană, a vrut s-o utilizeze spre a scrie în limba lui maternă, și anume în așa fel încît egiptenii să nu poată descifra ce scrisese, chiar dacă îi cunoșteau limba ? Căutase el deci, pentru a-i încurca, anumite cuvinte semitice, le reprezentase apoi prin imaginile corespunzătoare din scrierea egipteană și dăduse după aceea acestor imagini-semne valoarea primului sunet din cuvîntul semitic ? Scrierea aceasta era, prin urmare, scrisul cifrat al unui om care voia să comunice cu poporul său, fără ca străinii să-i poată controla notațiile ? Și cine era acest om ? Unde trebuie el căutat ?“

Savanții vor fi, însă, unanimi în a adopta pentru inscripții sinice o dată în jurul anului 1500 î.e.n. În acea perioadă, se presupune, ar fi trăit și legendarul

Moise ! Tălmăcirile inscripţiilor, aşa cum au fost făcute de Grimme, în 1937, o îndrituiesc să lanseze ipoteza fantastică a inventării literelor de către Moise ! Nu există dovezi ştiinţifice afirmative, dar nici dovezi contrare. Nimic altceva, decît istorisirea din *Biblie*, confirmată şi completată de documente din istoria egipteană, şi inscripţiile greu descifrabile de pe Sinai. Alexandru Graur oferă un răspuns întrebării :

„Este dimpotrivă, foarte probabil că nici scrierea, nici literele n-au apărut dintr-o dată, ci ca urmare a unei îndelungate munci colective a generaţiilor succesive de scribi, care au stabilit, rînd pe rînd, semne pentru fiecare cuvînt sau literă în parte, şi nu cu intenţia de a înşela pe cineva. Ideea unei scrieri secrete n-a putut apărea decît într-o vreme cînd scrisul era destul de răspîndit".

O stelă cu 4 linii de text, descoperită în 1931, în Iordania, revelează o scriere alfabetică apropiată de scrierea protosinaitică. Ea aparţine, cu aproximaţie, secolelor 14 şi 13 î.e.n., fiind definită drept o scriere paleomoabitică. Mahmud Mella Al-Zir, ţăran sirian din regiunea de coastă, scoate la lumină anticul oraş Ugarit, împiedicîndu-se cu plugul de „timpul stătut" al unor dale de piatră. Întîmplarea s-a petrecut în apropierea portului Lathakia, numele actual al localităţii fiind Ras-Shamra.

În 1928, francezul Claude Schaeffer stabileşte o tabără de arheologi, care, după ani şi ani, vor reuşi să refacă din săpături contururile oraşului-regat. În 1949, Schaeffer descoperea la Ugarit o tăbliţă de lut conţinînd un alfabet complet de scriere cuneiformă, ordonat după literele sale, evidenţiind, indubitabil, originea feniciană a alfabetului grecesc. Descifrarea tăbliţelor a permis dezvăluirea originii semitice a limbii Ugaritului, apropiată de araba clasică, lămurindu-ne asupra particularităţilor de scriere consonantică liniară, fără vocale. Semnele, în număr de 30, de o mare simplitate grafică, probează o creaţie cît se poate de conştientă.

Plasînd originea primului alfabet din lume descoperit complet într-o conexiune mixtă cu cuneiformele şi semnele egiptene, protosinaitice şi sud-semitice, savanţii ne-au oferit o soluţionare satisfăcătoare a problemei. Între mijlocul şi sfîrşitul mileniului al II-lea î.e.n., experimentele locale au convers în direcţia alfabetului, dar experimen-

tul era condamnat să nu reziste, în principal, din cauza vecinătății nucleului fenician și a impropriului material de scris care era argila. Mai mult, „popoarele mării", hoarde năvălitoare neidentificate cu precizie de istorie, au contribuit, din plin, la dispariția fizică a acestei scrieri.

La Byblos au fost identificate numeroase inscripții pe lame metalice și pe stele de calcar, într-un amestec de litere geometrice și de hieroglife, în număr total de 114 caractere. Numărul mare de semne ne strecoară îndoiala că ar putea fi vorba de un alfabet fonetic, dar un alfabet fonetic de notare a limbii feniciene. Scribii utilizau, fiecare în felul său, grămada de semne silabice pentru notarea fonetică. Inscripțiile de la Byblos ar putea contura intervalul de tranziție de la scrierea silabică la scrierea alfabetică.

Fenicienii, vorbind dialecte semitice occidentale, conștienți de multitudinea limbilor, dar mai ales independenți, neamenințați de suflul de groază al distrugerii, au preluat din sistemele de scriere existente elementele cele mai raționale, elementele fonetice, pentru a elabora, lent, o tehnologie de notare proprie, adaptată la mecanismul intern al limbii înseși. Desigur, rădăcina cuvintelor semitice este dată de 3 consoane, vocalele intercalate indicînd funcția gramaticală. Omofoniile sînt rare. Este, deci, o scriere care notează numai consoanele, rămînînd, totuși, explicită. Esențialul nu-l constituie forma și numărul literelor, ci faptul de a fi gîndit fonetismul în descompunerea cuvintelor în elementele lor de bază.

Inscripțiile secolului al XI-lea î.e.n. de pe sarcofagul lui Ahiram, de la Jebail, de fapt un grup liniar de semne cioplite grosolan, demonstrează clar interdependența cu cele protosinaitice, dar și cu mai finisatele „rude" de pe stela *Mesha*. Alfabetul acestei populații nord-semitice este constituit din 22 de litere, sensul de scriere fiind de la dreapta la stînga. Această scriere feniciană arhaică s-a răspîndit rapid, turnînd fundațiile tuturor celorlalte scrieri alfabetice. Canalele de răspîndire : Palestina, Siria și lumea arabă, sînt astăzi certitudini majoritar acceptate.

Cel mai vechi exemplu al formei definitive a alfabetului fenician îl constituie calendarul țăranului Gezer, datat în preajma anului 900 î.e.n. Este o tablă din piatră de var pe care sînt notate activitățile unui țăran pe durata unui an, lună, de lună, într-o feniciană arhaică, posibil

contemporană cu David. Un alt exemplu, tot atît de faimos, este stela *Mesha* sau *Piatra Moabitică*, un monument ridicat la Mesha de regele Moabului, în anul 850 î.e.n., spre a comemora izbînda revoltei moabiților de sub stăpînirea omrizilor. „Bolovanul" ne surprinde cu o simțitoare evoluție a scrisului, fiind cea dintîi inscripție în care cuvintele și propozițiile sînt despărțite de puncte și linii.

J. G. Février ne atrage atenția : „trebuie făcută o diferențiere între limba arabă, scrierea arabă și religia islamică". Se pare că are dreptate. Inițial, limba arabă a fost notată cu alte alfabete, în timp ce scrierea arabă servește și la notarea limbilor nesemitice, iar, pe de altă parte, islamismul nu îmbrățișează numai lumea arabă. Devansînd religia islamică, căreia îi datorează, în schimb, marea sa pulverizare, scrierea arabă este, după scrierea latină, cea mai răspîndită în sfera umană actuală. O scriitură trilingvă — greacă, siriană și arabă — descoperită la Ez-Zabad, lîngă Alep, atestă, cu întîietate, o adevărată scriere arabă, aparținînd anilor 512—513. Această scriere preislamică poate să se fi plămădit în colbul drumurilor comerciale ale Hedjas-ului.

Deși Mahomed începuse încă din anul 610 să predice noua religie, „succesul de public" nu a venit decît după „rușinoasa", dar sănătoasa, fugă de la Mecca la Medina. *Hegira* va transforma Coranul într-un adevărat *best-seller* al timpului. Autorul său, aureolat de asemeni cu revelația divină, va porunci să nu fie copiat în nici o altă limbă și, uite așa, dacă doreai să devii musulman trebuia să posezi un minimum de cunoștințe de scriere arabă. Iată un „manager", iscusit, am spune noi astăzi. În strînsă dependență de recuzita avută la dispoziție, scrierea arabă se va bifurca în 2 curente : una monumentală, *cufica*, alta de uz curent, *naskhi*.

Cufica, scriere unghiulară, dreaptă, ornamentală, este trasată cu dălțița sculptorului și gravorului. Ornamentația epigrafică, împletituri și înfloriturii foarte fine și aproape de neînțeles, întrunește girul dinastiei culte a abbasizilor. *Naskhi*, cursivă, rotunjită, legată, trasată cu calama, se scrie pe papirus, foaie de palmier, iar, mai tîrziu, pe hîrtie. Din ea se vor trage toate scrierile arabe moderne. Este o scriere rapidă și prescurtată, o autentică steno-

grafie. Un text scris în arabă cursivă ocupă un spațiu mult mai mic decît în scriere cu litere latine.

Marcel Cohen exprimă competent un punct de vedere ce sprijină obiectiv originea semitică a scrierii grecești :

„Răspîndirea scrierilor a dat naștere la forme noi care, prin jocul concurențelor victorioase, au restrîns sau au eliminat formele vechi, fiind astfel de folos la caracterizarea și la delimitarea ariilor de civilizație sub aspectul lor intelectual".

Sistemul de scriere semitică nu era potrivit pentru o limbă indo-europeană, cum era limba greacă. Grecii, însă, au știut să înlăture acest dezavantaj, întrebuințînd, pentru redarea vocalelor, semne reprezentînd cîteva consoane semitice care nu existau în greacă. Numărul acestora nefiind suficient, au creat 3 semne noi. Sensul de scriere era cînd „în sensul brazdelor", sau „în pasul boilor", adică ba de la dreapta la stînga, ba de la stînga la dreapta, iar cîteodată un rînd într-un sens, următorul invers („bustrofedon"). Literele erau, întotdeauna, orientate în sensul rîndului. Cuvintele nu se separau.

Grecii, fiind inițial un conglomerat de triburi — pelasgi, ahei, dorieni — neunificate, era normal ca stilul scrisului să fie particularizat în fiecare oraș și regiune pînă cînd, în anul 403 î.e.n., atenianul Archimos propune universalizarea scrierii ionice. Așa s-a născut alfabetul grec clasic, pe care ni-l însușim și astăzi cînd scriem greceşte, care s-a menținut în Grecia, cu unele modificări, și pentru limba neogreacă. Încă din anul 500 î.e.n., alfabetul ionic va fi constituit din 24 de litere, vocale și consoane. Scrierea merge de la stînga la dreapta, fără separarea cuvintelor. Adoptat voluntar de toată civilizația greacă, s-a contrafăcut într-o comunitate lingvistică necesară unei culturi comune.

Această „reformă a scrierii" de-abia împlinită, alfabetul clasic se va diversifica din nou, din necesități de utilizare. Excepție va face alfabetul majuscul, cu liniile lui severe, unghiulare și rectilinii, potrivit pentru inscripții în piatră sau metal, ce se va păstra în formele sale tradiționale pînă în epoca bizantină. Ulterior, amploarea importului de papirus a adaptat scrierea la tehnica condeiului de trestie. Literele au devenit mai cursive, mai rotunde, permițînd apariția așa-numitelor litere *unciale*, întrebuințate pînă în vremurile creștine. Pentru însemnări rapide s-a propa-

gat o formă cursivă cu un traseu simplificat, curgător, literele fiind legate între ele. În secolele 8 și 9, *uncialele* și *cursivele* se contopesc în scrierea *minusculă*. Ea se scria cu 4 linii, cu litere lungi, depășind în sus sau în jos linia de mijloc, și folosea ligaturi și abrevieri, constituindu-se în prototipul caracterelor medievale. Rolul *minusculelor* va deveni preponderent, *majusculelor* revenindu-le doar meritul de a evidenția numele proprii sau începuturile de frază, rol pe care-l mai au și astăzi.

Etruscii practicau o scriere alfabetică, desigur, o derivație timpurie a alfabetului grec. Totuși, pe cînd etruscii intrau în peninsulă, alfabetul ionic nu se cristalizase ; era în jurul anului 900 î.e.n. Se probează astfel ipoteza că ei stăpîneau o scriere alfabetică înainte de a imigra din Asia Mică și atunci îi putem asimila ca descendenți ai unei populații autohtone. În acest caz se poate admite posibilitatea acceptării sau adoptării unor variante arhaice ale alfabetului grec. În muzeul arheologic din Florența găsim o tăbliță din fildeș în care toate cele 26 de litere sînt scrise de la dreapta la stînga. Ele succed în ordinea lor semitică avînd adăugate 4 litere. Parcursul cronometric al istoriei le-au modificat la 20 de caractere ; 4 vocale : a, e, i, u și 16 consoane, incluzînd 2 care se învechiseră în greacă : digamma și san. Scrierea etruscă a fost agentul de răspîndire a alfabetului grec arhaic în grupările italice, născînd o puternică diferențiere lingvistică, explicabilă prin constituția tribală, o barieră etnică ce nu permitea schimbări intense și de contopire.

Scrierea latină, fiind preluată de la greci prin filiera etruscă, păstrează în forma arhaică resturi etrusce. Deși reprezintă o înnoire a alfabetului grec, alfabetul latin este cel mai important descendent al ancestralului alfabet fenician, devenind, la rîndul lui, părintele tuturor alfabetelor europene.

Adaptarea literelor grecești de către romani a avut o continuare trainică, căci, dacă grecii au reprezentat vîrful cultural al antichității, romanii au controlat, politic și militar, antichitatea timp de un mileniu. În consecință, alfabetul latin a avut la dispoziție un timp suficient pentru a se răspîndi și a fi asimilat de majoritatea popoarelor adiacente bazinului mediteranean. Nu numai că a devenit cel mai important dintre alfabetele italice, dar a înlăturat

toate celelalte scrieri vechi italice și a difuzat, prin intermediul creștinismului, în cea mai mare parte a Europei și dincolo de hotarele ei, în toată lumea, devenind, aproape, o scriere universală. În Europa, numai acele popoare slave care au recepționat creștinismul nu de la Roma, ci de la Bizanț, adică rușii, sîrbii și bulgarii, au o scriere derivată direct din cea greacă, numită „chirilică". Grecii, în schimb, și-au păstrat scrierea strămoșilor lor, aproximativ, neschimbată.

Potențialul militar în continuă creștere al Romei i-a permis acestei puteri statale să contracteze primele structuri alfabetice încă din secolul al VI-lea î.e.n. Din acea epocă datează cea mai veche probă : o fibulă de aur din Preneste. Scrisul curge de la dreapta la stînga și semne clare dezvăluie acoperirea limbii etrusce prin utilizarea comună a lui F (digamma) și h pentru reprezentarea sunetului f, de o largă circulație în latină. De asemenea, se desprinde utilizarea literelor d și o, care nu vor mai fi găsite în forma tîrzie a alfabetului etrusc. Inscripțiile latine ale acestor vremuri sînt rare și sărace : piatra neagră de la Forul din Roma — nedescifrată — vasul lui Duenos și fibula amintită. Republica romană nu făcea exces de literatură, dar, începînd din secolul 1 î.e.n., documentele vor deveni din ce în ce mai numeroase și mai valoroase.

Romanii nu și-au însușit numele grecești ale literelor, mulțumindu-se cu enumerarea seacă a sunetelor. Evoluția scrierii latine constituie o paralelă la cea a scrierii grecești. Și romanii au scris întîi numai cu majuscule. Epoca imperială a întrunit condiții excelente de proliferare a inscripțiilor în piatră, cioplitorii gravîndu-le, cu iscusință, atît de perfect încît, nici pînă azi, nu au fost înlăturate de alta ; literele din aceste forme se numesc *capitale*. Cuvintele erau separate, ligaturile frecvente. Scrierea pe papirus și pe tăbliță de ceară transformă *scrierea capitală* într-o *cursivă* și va deveni *unciala*, o formă rotundă, în secolul al III-lea, scrierea obișnuită a manuscriselor, în special

O expediție organizată de Windhoek Museum, din Africa de Sud, descoperea, în 1965, la liziera de nord a deșerturilor sud-africane un trib de oameni care nu semănau nici cu boșimanii, nici cu hotentoții, nici cu herero, care au populat, în trecut, acele locuri. Vorbeau un dialect

necunoscut, foloseau unelte din piatră şi nu le trebuia decît cîteva minute pentru a jupui animalele vînate. Au fost catalogaţi oameni preistorici aparţinînd epocii de piatră. Eronat ! Nu putem asimila acel grup de oameni preistoriei pentru simplul motiv că foloseau tot unelte din piatră. Chiar dacă n-au întîlnit în viaţa lor nici un alt semn, de nici o culoare, valorile arhaice pe care se sprijină comunitatea lor au extirpat dimensiunea istorică. Şocaţi, la prima vedere, savanţii atribuie troglodismul situaţiei de neevoluţie, cu toate că existenţa limbajului incită la reflexie asupra fenomenelor elementare cu a căror evoluţie noi ne mîndrim. Poate fi vorba, tot atît de bine, de o corelaţie de sensuri a experienţelor primare ale omenirii. Situaţia s-ar putea remedia prin însămînţarea colectivităţii cu un sistem de scriere. În mod sigur, structurile tradiţionale, dacă putem vorbi de aşa ceva, vor fi răsturnate.

Marile grupuri sociale umane au căutat conştient mijloace de comunicare intelectuală. Ritmul în care omul a adunat cunoştinţa folositoare pentru el a devenit alert o dată cu inventarea scrisului. Din cele 5 000 de limbi cunoscute, doar cîteva sînt limbi scrise, vii sau moarte. Mulţimile „tribale", caracterizate de percepţie orală şi auditivă, în concepţia lui McLuhan autorul cunoscutei „Galaxia Gutenberg", au recepţionat scrisul nu ca un simplu mediu, ci ca o întîlnire a unui limbaj cu un altul. S-a obţinut unicul liant al tipului de civilizaţie eficace.

Faptul de a nu se afla sub incidenţa unui cler organizat, ne spune H. A. L. Fischer, în *A History of Europe*, le-a permis europenilor să valorifice mai mult cuvîntul scris decît au făcut-o alte popoare, beneficiare ale unor tehnologii înaintate, cum au fost babilonienii şi egiptenii.

Totuşi, Marshall McLuhan afirmă că : „Scrierea în sine nu posedă această capacitate deosebită de a detribaliza omul, capacitatea exclusivă a tehnologiei fonetice. Înzestraţi cu un alfabet fonetic în stare să abstragă din sonorităţi anumite semnificaţii şi să traducă sunetul într-un cod vizual, oamenii au fost confruntaţi cu o experienţă ce avea să-i transforme. Nici o scriere pictografică, ideografică sau hieroglifică nu are puterea detribalizatoare a alfabetului fonetic. Nici un alt fel de scriere, în afară de cea fonetică, n-a smuls vreodată omul din puterea acestui

univers de interdependențe și interrelații totale pe care-l constituie sistemul auditiv".

Experiența unei noi tehnologii induce oamenilor noi modele de interacțiune, dar resorbția șocului inițial adaptează comunitatea pe de-a-ntregul în toate relațiile sale. Adevărata schimbare apare postoperatoriu, în fazele de adaptare, astfel că îmbunătățirea tehnicii de notare nu poate fi adusă decît de comunități care întrunesc valoarea saltului de prag. Structura internă a limbii determină și ea, într-o mare măsură, modul de notare, tot așa cum nivelul tehnologic al instrumentelor de scris determină și ele forma.

Ce a inventat, de fapt, Gutenberg ?

În 1962, Marshall McLuhan publica la Toronto *Galaxia Gutenberg*, proiectînd în tridimensiunile noastre receptive un nume, pe seama căruia punea toate reușitele și eșecurile culturii occidentale. Dar galaxia pe care o descrie el există indubitabil și reprezintă, de fapt, o galaxie de cuceriri tehnologice anterioare. Și, deși McLuhan pornea de la presupunerea că omul este capabil de a recepta deplin numai într-o condiție în care toate simțurile sale s-ar afla într-o armonie ideală, apariția tiparului, întregind forma de percepție vizuală, ne convinge că punerea în circulație a cărților tipărite la peste 1 000 de ani de la inventarea hîrtiei, a fost determinată de necesitatea economică a secolului al XV-lea.

Tiparul, ca tehnologie, era cunoscut de demult. Sigiliile din Mesopotamia dezvăluie primele multiplicări de text prin întipărire. În China se realiza tipărirea prin rostogolirea pe hîrtie a unor cilindri din piatră gravată și vopsiți cu tuș. Ca o formă evoluată a apărut xilografia, gravura executîndu-se pe tăbliță din lemn. Chinezii amintesc de un fierar care, în anul 1405, ar fi confecționat litere din lut, în timp ce coreenii pot dovedi, prin conținutul decretului din 1403 al regelui T'aejong, folosirea literelor de aramă. Sonjon, un cronicar al anilor 1500, ne furnizează primele detalii tehnologice. Mai întîi se decu-

pau modele din lemn de merişor, care apoi se întipăreau într-un strat de mîl de mare, în care creştea papură. Astfel se obţinea matriţa, un tipar pentru turnat literele. Se acoperea cu un capac prevăzut cu mai multe găuri prin care se turna, apoi, arama, metalul umplînd matriţa şi luînd forma literelor. Cele ce prezentau bavuri se mai şlefuiau. La început, literele au fost rigidizate în ceară topită, dar ceara nu le fixa destul de solid şi atunci s-a trecut la şipcile din bambus.

Literele separate, mobile, care se pot combina, nu erau complet necunoscute nici în Germania, înainte de Gutenberg. Ştim despre unele încercări de titluri întipărite pe coperte cu un fel de ştampile confecţionate din litere separate prinse într-o ramă. Dar chiar dacă Gutenberg nu a fost primul care a inventat tiparul, şi chiar dacă paternitatea îi este disputată cu Laurens Coster din Haarlem, inovarea tehnologică pe care a introdus-o constă în turnarea unui număr infinit de exemplare de litere în matriţe interşanjabile, dintr-un aliaj ce se topeşte uşor, dar o dată solidificat devine suficient de tare ; probabil să fi fost un aliaj de staniu şi plumb.

Johannes Gensfleich de Gutenberg s-a născut la Mainz, într-un an pe care istoria nu-l consemnează cu siguranţă, între 1394 şi 1399, într-o familie ce se ocupa, deja, cu tot felul de lucrări în metal. De aceea el nu s-a gîndit niciodată să folosească alt material decît metalul pentru confecţionarea literelor sale. La capătul unei baghete din oţel reliefa, cu scule aşchietoare, litera răsturnată în oglindă. Aşa obţinea matriţa, ce se imprima prin lovire, cu ajutorul ciocanului, într-un bloc de cupru. Acum, forma de literă apărea scobită şi dreaptă, nu în oglindă, formînd aşa-zisul ochi al matriţei. Ochiul era tiparul în care se turna litera. Fiindcă operaţia de lovire este subiectivă, amprentele erau, mai mult sau mai puţin, adînci, dar, după turnare, literele erau pilite pînă erau aduse la aceeaşi grosime. Dispozitivul de turnat era alcătuit dintr-un fel de cutie de mărimea corpului literei. Unul din pereţii înguşti purta, pe faţa interioară, matriţa cu formatul literei respective ; cei 2 pereţi laterali erau ajustabili după lărgimea literei, iar celălalt perete îngust rămînea deschis pentru turnarea metalului. Cu acest instrument se realiza materialul pentru zaţ, ce se aşeza în

vingalac pentru a forma rîndurile. Acestea, grupate după mărimea paginii, erau date cu cerneală și așezate pe presă.

Presa folosită la Mainz nu era prea departe de presele de vin și lustruit pînza. Înainte de 1450 nu a suferit cine știe ce îmbunătățiri, dar după aceea o importantă inovație a materializat-o apariția timpanului, un cadru acoperit cu pergament pe care se așeza hîrtia de tipărit și care era articulat prin balamale în așa fel încît hîrtia să cadă exact sub suprafața cu litere. Cu acest dispozitiv se putea poziționa precis coala de hîrtie, neținînd seama de neregularitățile de manufacturare, prin fixarea prin perforare în puncte special marcate. Tehnica aceasta a fost aplicată la biblia lui latină, de 42 de rînduri pe pagină, tipărită între 1452 și 1455, și astăzi o capodoperă a tehnicii tipografice în ceea ce privește simetria și designul. Putem presupune că, o dată cu folosirea timpanelor, la Mainz fiecare presă era deservită de 2 oameni. Unul fixa hîrtia pe timpan, o împăturea, poziționa corect caseta, răsucea șurubul presei și, după 1-2 secunde, îl ridica. Al 2-lea lucrător întindea, cu un tampon, cerneala pe o dală de piatră și acoperea cu un strat de cerneală literele în timp ce hîrtia era înlocuită.

Pentru înfăptuirea operei sale, Gutenberg avea nevoie de bani, pe care-i găsește la Johann Fust, un coleg de breaslă încrezător în noua invenție. Devenind coproprietar al primei tipografii din Europa, o suspiciune financiară îl determină pe acesta să-i ceară lui Gutenberg împrumutul înapoi. Neprimind banii, Fust devine proprietarul integral. Mai mult, calfa cea mai capabilă a lui Gutenberg, Peter Schöffer, ajungînd ginerele lui Fust, îl ajută pe acesta să continue cu succes afirmarea noului meșteșug. Dator vîndut, Gutenberg este înscris, în anul 1461, în cartea infamată a datornicilor. Totuși, el va continua să tipărească și, deși nu-și însemna niciodată numele pe tipărituri, așa cum se va obișnui mai tîrziu, s-au putut identifica ca fiind operele sale o nouă biblie, de 36 de rînduri pe pagină, precum și *Catholiconul* de Hanus de Balbua, prima carte cu litere mai mici decît cea solemnă, înaltă și colțuroasă a bibliei, concepută într-un stil propriu artei tipografice.

Apariţia tehnologică a tiparului a fost posibilă tocmai datorită acumulărilor tehnologice întrunite de utilajele şi procesele înglobate în meşteşugul său. Într-adevăr, urmele istoriei tiparului conturează, proeminent, un transfer de tehnologie din Asia în Europa, dar într-o manieră primitivă de secvenţe disparate, şi aceasta mai degrabă în domeniul hîrtiei. Însă hîrtia nu a constituit decît suportul de generalizare a tiparului, căci pergamentul era greu de manevrat, scump şi disponibil în cantităţi reduse. Dacă ar fi rămas singurul material la îndemînă, cărţile ar fi rămas, pentru întreaga perioadă, un articol de lux şi răspîndirea cunoştinţelor ar fi înregistrat o dispersie mai mică, ceea ce putea să însemne imposibilitatea de a pune piciorul pe Lună în 1969. Orice inovare are drept declanşator o invenţie sau un progres oarecare, survenind într-un subsector tehnologic. Pentru Gutenberg, care nu era decît un giuvaergiu iscusit, efectul declanşator l-a constituit progresul metalurgiei. Introducerea în Europa a tehnologiei chinezeşti a fabricării hîrtiei a fost o condiţie prealabilă importantă, dar nu declanşatoare. Este cunoscută cronologia etapelor de pătrundere din orient în occident însă, eu unul, aş îndrăzni să cred că nu numai cruciaţii sau comercianţii care vizitau Tabrizul marelui Imperiu mongol au putut aduce cu ei polenul cunoştinţelor şi că, oricum, prin cuplarea tehnologică a invenţiilor secolelor al XI-lea şi al XII-lea s-ar fi redescoperit şi în Europa tehnologia fabricării hîrtiei. Desigur, afirmaţia mea pare ridicolă, dar mă bazez pe un fenomen verificat îndelung, redescoperirea, mai bine zis, redimensionarea după un timp, mai mult sau mai puţin dilatat, a unor tehnologii de către subiecţi fără nici o conexiune între ei. Efectul de iniţiere se poate prpduce automat. Pentru realizarea unor progrese cu adevărat cruciale este nevoie de întrunirea unor condiţii necesare, de existenţă concretă a unui potenţial ce să preceadă, cu mult timp înainte, posibilitatea de realizare.

Transferul culorii de pe suprafaţa-suport pe materialul de recepţie poate fi efectuat în 3 moduri distincte. Substanţa colorantă poate fi aplicată într-un strat vîscos pe proeminenţele unei suprafeţe parţial excizate şi transferarea printr-un contact de presare pe materialul receptor. Aceasta este tehnologia de tipărire în relief sau a

tiparului înalt. Este cea mai veche formă de tipar şi se aplica pe blocuri din lemn, avînd sculptate caracterele dorite. Se umezea blocul cu cerneală, se aşeza peste el coala de hîrtie, se freca dosul coalei şi apoi se desprindea. A 2-a tehnologie, denumită „intaglio" sau „tiparul adînc", folosea, de asemenea, o suprafaţă parţial excizată. Colorantul era lichid, umplînd toate degajările, şi după ce se ştergeau proeminenţele se aplica hîrtia, ce trebuia să fie absorbantă şi flexibilă pentru a-l reţine sub presiune. A 3-a tehnologie, „tiparul litografic", utilizează o suprafaţă activă plană, preparată chimic pentru ca cerneala să fie absorbită numai de contururile desenate, dar invenţia sa nu a fost cunoscută timpurilor incunabulelor. Între primele 2 tehnologii, tiparul intaglio era uzitat numai la tipărituri de ilustraţii, hărţi şi texte muzicale.

Folosirea plăcilor din lemn excizate pentru ştampare de ipsos şi pentru imprimare pe textile era cunoscută de pe vremea romanilor. Blocul *Protat*, descoperit lîngă Dijon şi datat în jur de 1370, se pare că era folosit la aşa ceva, deoarece era prea mare pentru a fi întrebuinţat la tipar. Ideea de a aplica astfel de tehnologii în alte scopuri, în mod cert, a apărut la mai mulţi. Respectînd evidenţele, să amintim de descoperirile din 1298, aduse de Marco Polo, despre felul cum era tipărită hîrtia în imperiul lui Cubilai-Han cu un sigiliu înmuiat în cinabru. 12 ani mai tîrziu, arhiepiscopul Ioan de Monte Corvino scria din Carambuc (Beijing) despre desenele biblice care le preparase pentru instruirea ignoranţilor. Oricum, obiecţiile religioase faţă de tipăriturile din Coran au împiedicat răspîndirea tehnologiei tiparului în apus prin lumea islamică.

Făcînd abstracţie de *moneda de hîrtie*, introdusă în China în 1294, tipăriturile cu care au venit în contact călătorii estului îndepărtat erau reprezentări religioase, pe care le regăsim pe primele plăci active europene. Veneţia a fost primul oraş care a preluat importul acestei tehnologii, dar ignoranţa bisericii, indignată de fizionomiile sfinte tipărite, în loc de a fi pictate, determină consiliul să decreteze, în 1441, prohibiţia importului de asemenea lucrări. În orice caz, Veneţia nu era pregătită să preia tehnologia, aşa că implantarea ei în oraşele sudice ale Germaniei nu este întîmplătoare. Tiparul era o nouă

tehnologie ilustrativă, cu mijloace de exprimare complet diferite de acele ale picturii, chiar dacă cernelurile pe bază de ulei proveneau, mai curînd, de la pictori decît de la caligrafi.

Figurile de sfinţi imprimate la Augsburg şi Nürnberg, între 1418 şi 1438, sînt realizate prin tehnologia reliefului. Hîrtia absorbantă era apăsată cu o perie. Îmbunătăţindu-se tehnologia, apar primele inscripţii dedesubtul figurii, cum ar fi „Fecioara de la Bruxelles", din 1418, şi „St. Cristopher din Buxheim", datat în 1423. Numeroase astfel de imprimate au fost descoperite în manuscrisele bisericeşti şi este greu de presupus că ideea a apărut numai după inventarea tiparului tipografic. Considerînd tehnologic această primă activitate tipografică, remarcăm că deşi cărţile se copiau unele după altele, blocurile active erau mereu altele, deoarece se toceau repede şi deformau tipăritura. „Biblia pauperum" pare să fi fost pusă în circulaţie înainte să se tipărească tipografic primele cărţi.

Cernelurile întrebuinţate pentru primele exemplare erau similare cu cele utilizate de scribi, o suspensie apoasă de răşină cu pigmenţi, ori din funingine, ori din galat feric. Asemenea cerneluri erau întinse cu îndemînare, cu pensula sau cu cîrpa, peste un bloc activ din lemn, obţinîndu-se reproduceri destul de bune dacă hîrtia era apăsată cu grijă. Tehnologia întrunea, însă, cîteva dezavantaje. Aplicate, cu succes, pe lemn, cernelurile apoase nu aderau la suprafeţele metalice, formînd bule. O inovare majoră a fost cerneala fabricată dintr-un lac din ulei de in, cu pigmenţi măcinaţi, funingine sau pudră de cărbune de lemn pentru cerneala neagră. A fost timp de 4 secole cerneala standard utilizată în tipografii. Inventatorul a rămas necunoscut, dar Polydore Vergil, un literat al vremii, o atribuie, în 1499, tot lui Gutenberg. Desigur, o astfel de cerneală a fost întrebuinţată la Mainz, dar o găsim şi în primele tipărituri olandeze, posibile de datat mai devreme. Faptul că prin fierbere uleiul de in devine un lac bine legat, ce se usucă repede, era cunoscut de şcoala flamandă, la începutul secolului al XV-lea, ceea ce denotă comuniunea de început a pictorilor şi gravorilor. În întreprinderile din Nürnberg şi Augsburg, tehnica aplicării cernelii de ulei a evoluat şi s-a generalizat printre

cei dintîi tipăritori. Cerneala era întinsă într-un strat subțire pe o suprafață plană cu un tampon de piele umezită, umplut cu lînă sau păr, cu care, apoi, se umezea suprafața activă.

Ideea recurgerii la prese ca mijloace de imprimare a cernelii pe hîrtie se pierde în timp ca și tiparul, de altfel. Întrebuințarea lor a depins de utilizarea noilor cerneluri, care prin vîscozitatea lor permiteau introducerea suprafeței active, cu hîrtia poziționată pe ea, sub presă fără ștergerea întipăririi. Avînd la dispoziție astfel de cerneluri, experimentele de folosire a presei deveniseră aproape inevitabile. Fiecare familie mai înstărită poseda o presă de lustruit țesături din in, construită dintr-un postament greu, din scîndură, prevăzut cu 2 montanți, pe care se sprijinea o traversă străbătută de un șurub din lemn, ce împingea în jos un platou ranforsat, culisînd între montanți. Prese similare erau folosite și în industria hîrtiei, pentru aplatisarea hîrtiei umede. Probabil că, în 1450, la Mainz o astfel de presă a suferit îmbunătățiri pentru o manevrare alertă. Ar fi fost normal să se mărească pasul șurubului, mărind astfel viteza de coborîre și, să se adauge o placă peste postament, pe care să se fixeze hîrtia de tipărit, înlocuirea făcîndu-se fără rupere și mîzgălire. Riccobaldi din Ferrara povestește într-o cronică, publicată în 1474, despre primele realizări în a produce 300 de tipărituri pe zi. Un lucru mai trebuie menționat și anume că hîrtia folosită de primii tipografi avea o suprafață rugoasă, dificil de imprimat clar cu presiunea disponibilă și de aceea se umezea în prealabil. Umezirea și uscarea produceau variația dimensiunilor hîrtiei, îngreunînd obținerea acurateții cînd se tipărea cea de a 2-a față a colii. Avantajele deveneau considerabile ; imprimarea era curată și clară, iar pigmentul cernelii, absorbit de fibrele hîrtiei, reducea timpul de uscare și asigura penetrația dorită a culorii.

Îmbunătățirile aduse tehnologiei tiparului, între 1450 și 1730, sînt, de cele mai multe ori, colective și este normal din moment ce meșteșugul se răspîndește, după 1500, în 12 țări europene, printre care și România. La 1508, Macarie înființează a 3-a tipografie cu litere chirilice din Europa, după Cracovia și Cetinie. De la 1600, arta tipa-

rului se răspîndeşte în mai toate ţările Europei, iar pînă la 1700 ajunge şi în America.

Pînă în 1683, cînd Joseph Moxon publică cel de-al 2-lea volum al lucrării sale *„Mechanical Exercises"*, descriind o tehnologie de turnat a literelor, rămasă valabilă pînă în secolul al XVIII-lea şi a cărei dezvoltare a început imediat după perioada incunabulelor, nu avem detalii reale despre îmbunătăţirile acestei tehnologii. Tehnologia de decupare a matriţelor s-a schimbat puţin de la 1500 pînă la inventarea maşinilor de ştanţat. Biringuccio, Polantin şi Moxon descriu aceeaşi tehnologie similară celei uzitate de Gutenberg. Se remarcă amănuntul, dacă-i putem spune aşa, că mai toate sculele principale fuseseră inventate cu 200 de ani înainte. O altă ciudăţenie este persistenţa folosirii cuprului şi plumbului, deşi se obţinuseră aliaje cu proprietăţi superioare. Este, oricum, remarcată în Olanda folosirea lor înainte de 1500.

Diversificarea matriţelor înainte de 1540 poate fi judecată numai după impresiile primelor tipărituri. Ele diferă de cele moderne prin lipsa crestării ce indică degetelor zeţarilor poziţia bună, şi prin grosolănia capătului piciorului. Numai după cîteva decenii se va obţine o calitate adecvată a suprafeţei piciorului. Biringuccio descrie, în 1540, o matriţă din alamă sau bronz, constînd din 2 componente plane alunecînd una peste alta, fiind ajustabile pentru lărgirea literei. Se foloseau matriţe plane, care erau poziţionate dedesubtul deschiderii ochiului matriţei de mici şuruburi. Astfel de forme permiteau o producţie rapidă. Formele ilustrate de Jost Amman, în 1568, sînt mai evoluate. Ele par să fie prevăzute cu şarniere. Unele posedă cîte o gaură la bază, probabil pentru a fi înşirate pe o vergea. Altele au ataşate cîte o coadă, dar nu se distinge nici o crestătură. În mod cert, formele descrise de Plantin un an mai devreme, reprezentînd o construcţie mixtă, elaborată. Montate în lemn şi fixate cu un arc, ele conţin multe elemente identificabile în descrierile lui Moxon, 126 de ani mai tîrziu, cum ar fi o sîrmă pentru a imprima crestătura şi o ruptură la picior. Caracteristici similare sînt identificate şi în unele descrieri franceze, care par a fi din secolul al XVI-lea. Deci este posibil ca forme asemănătoare timpurilor noastre să fi fost dezvoltate curînd după 1540.

Perfecţionarea formelor a redus, treptat, efortul manual în operaţiile subsecvente în turnarea literelor. Primele caractere, turnate în forme improvizate şi extrase cu dificultate din matriţe, necesitau 2-3 minute de lucru, fiecare. Întîi, se pare că erau tăiate la o lungime oarecare, apoi era înlăturată, prin frecare, bavura din jurul matriţei şi, în final, metalul rămas era îndepărtat cu pila. În secolul al XV-lea se practica, în continuare, abraziunea bavurii, sau nivelarea neregularităţilor suprafeţei de aşezare, pentru a nu se imprima pe hîrtie.

Ulterior, acurateţea formelor aproape că elimina bavura, exceptînd coada piciorului, ce se marca cu o degajare ; principala operaţie de finisare rămînînd practicarea degajării. Astfel a devenit posibilă reducerea, parţială, a literelor duble prin alipirea literelor cu elemente prelungite peste corpul lor, ca de pildă litera „f" de literele alăturate. Astfel de caractere necesitau mai puţin metal, dar, oricum, tehnologia, înnoită prin inovările în fabricarea formelor, a matriţelor şi a caracterelor, a dus la scurtarea procesului tehnologic. Moxon, în 1683, remarca o producţie de 4 000 de litere pe zi, gata finisate, pentru o echipă alcătuită dintr-un turnător, un rectificator şi un ajutor pentru decuparea degajărilor.

Bineînţeles, aceste inovări nu ar fi fost posibile fără progresul metalurgiei. Aliajul de staniu-plumb, denumit „pewter", a fost înlocuit cu un aliaj cu un procent ridicat de plumb, ce conţinea şi antimoniu. Pasul major a fost introducerea antimoniului, probabil la începutul secolului al XVI-lea. În acest mod se conferea aliajului nu numai o duritate crescută, dar şi o solidificare mai omogenă, atribuind caracterelor un contur precis. După ochiul matriţei, presa este utilajul cel mai important dintr-o tiparniţă. Experimentările cu o presă, reconstruită, de lustruit inul au ajutat la reconstituirea primilor paşi. Înainte de toate, caseta nu putea fi dată cu cerneală sau acoperită cu hîrtie sub platoul presei, şi nici nu putea fi deplasată, după tuşare, avînd riscul deplasării literelor în montură sau a hîrtiei, ci numai dacă era montată rigid într-o ramă, fiind apoi introdusă sub presă. De asemenea era dificil de a poziţiona rama încît să se aşeze central, sub şurub, astfel că presiunea diferea pentru fiecare pagină. Din această cauză se vor

introduce ghidaje pentru patul mobil, permiţînd patului fix de a fi extras în afară, pentru a se putea tuşa caseta. Prin intermediul glisierelor, aceasta putea fi centrată, în timp ce poziţia verticală a şurubului nu se putea asigura decît dacă străpungea traversa superioară şi culisa pe montanţi, altfel apăreau trepidaţii. Asemenea prese pot fi văzute într-o ilustraţie a lui Stradanus, datînd din 1590, dar stadiul tehnologic este, mai degrabă, caracteristic anului 1490.

Parizian prin adopţiune, flamand prin naştere, Jodocus Badius Ascensius a contribuit personal la îmbunătăţirea profilului tehnologic, în perioada de după 1500, presa sa fiind tipică pentru acel început de secol. De fapt, în linii principale, acea presă a rămas nemodificată pînă în secolul al XVIII-lea. Patul putea culisa pe glisiere, iar şurubul traversa un bloc de lemn, intermediar, de formă hexagonală — cu timpul se va generaliza în pătrat — fixat într-o placă prinsă de montanţi, pentru a preveni răsucirea platoului în momentul imprimării. Timpanul este de asemenea prezent la presa lui Badius, de forma unui cadru ataşat patului, peste care era aşezată forma de tipar. Spre sfîrşitul secolului al XVI-lea, el se va transforma într-un cadru dublu, între părţile căruia va fi montat un material elastic, în locul pergamentului.

Două lucruri ar fi de specificat despre presele acestei perioade. În primul rînd, platoul era de mici dimensiuni, deoarece, cu acel sistem simplu de şurub, chiar şi cel mai puternic lucrător nu putea asigura o bună presare pe o suprafaţă mai mare de 1 500 cm^2. În al doilea rînd, nu exista nici o contragreutate să ridice platoul după imprimare.

Jost Amman prezintă, în 1568, o inovaţie : o ramă acoperită cu pergament sau hîrtie mai rezistentă, articulată spre interiorul timpanului, fiind decupată în dreptul suprafeţelor de imprimat. Scopul era de a reţine hîrtia într-o poziţie antagonistă timpanului şi de a proteja suprafeţele netipărite de a se murdări accidental cu cerneală. Acest cadru a fost menţionat pentru prima oară în 1587, dar este aproape sigur că era folosit de cel puţin 100 de ani. Ar mai fi de făcut alte 2 observaţii. Prima, că patul cu placa activă nu era mai lung decît plăcile de lemn ale primelor piese, dar exista placa din piatră lus-

truită, acoperită cu ipsos sau tărîțe, așezată într-o cutie de lemn, nu prea adîncă, adică rezervorul de mai tîrziu. A doua, reproducerea, pentru prima dată, a punctelor de poziționare pe timpan.

Cu aceste noutăți, presele s-au apropiat și mai mult de epoca modernă și este probabil ca multe exemplare, aflate în exploatare la sfîrșitul secolului al XVII-lea, să fi fost similare cu cele existente cu 150 de ani în urmă.

Înainte de 1567 a început înlocuirea plăcilor din lemn cu plăci din cupru și, către 1700, șuruburile, glisierele și alte părți componente mai mici încep să fie făcute din alamă sau fier.

Willem Janszoon Blaeuw, un cartograf olandez, care în tinerețe lucrase cu astronomul danez Tycho Brahe la confecționarea instrumentelor sale astronomice, a construit ceea ce se cheamă „presa olandeză". Aceasta diferea de predecesoarele sale prin 2 caracteristici. Una consta într-o mică îmbunătățire a mecanismului de pliere, dînd posibilitatea unei ajustări dimensionale mai rapide. Cealaltă ar fi eliminarea blocului intermediar. În locul acestui mecanism cu bloc intermediar există un ax ce străbate direct o gaură circulară practicată în placa intermediară și într-o placă din metal, aflată dedesubt, de care este suspendat platoul ; placa era suspendată prin 2 bare, care străbăteau placa intermediară prin alte 2 găuri, de o furcă rigidizată de ax. Acest montaj era mai ușor de realizat tehnologic decît ajustarea blocului intermediar. Imediat, modelul a fost adoptat ca o inovare în domeniu, în Țările de Jos, răspîndindu-se apoi în toată lumea. Primele exemple care au fost duse în America de Nord, în 1639, erau de acest tip. Moxon, în 1683, lăuda calitățile excelente ale acestor prese, puțin cam exagerate față de cele ale modelelor tradiționale, aflate în uz general. Cu toate acestea, majoritatea tipografiilor europene continuau să folosească modelele cu blocuri intermediare pătrate.

Procedeele de gravare și decapare, pentru ornare, a suprafețelor de metal erau cunoscute cu sute de ani înainte ca să înmugurească ideea tiparului pe hîrtie. Faptul că a apărut într-o perioadă în care era foarte răspîndită xilogravura, subliniază tendințele care au condus rapid la inventarea tiparului. Gravarea metalelor preți-

oase și semipreţioase era practicată încă din antichitate, utilizînd un ac și o dăltiţă.

Cea mai simplă formă de tipărire intaglio se realiza astfel : se ungea cu cerneală o placă gravată, pînă se umpleau toate șanţurile, se ștergea bine suprafaţa și, apoi, se așeza pe ea o coală de hîrtie umezită, ce prin frecare prelua, în contact, tușele desenului, obţinîndu-se imprimarea. O asemenea tehnologie este semnalată chiar în preajma anului 1446 în Germania și Olanda. Tehnologia s-a dezvoltat rapid și independent în nordul Italiei, avînd ca prim exponent pe Maso Finiguerra din Florenţa, a cărui activitate este atestată în preajma anului 1450. Se asemăna cu tehnologia de nielare folosită de aurari în care desenul se gravează pe o placă de metal și șanţurile sînt umplute cu o sulfură metalică. Scopul iniţial era de a produce o placă lucioasă, relevînd un desen conturat în negru, dar procedeul a apărut cînd s-a înlocuit sulfura cu negru de fum. Nu știm dacă în Italia hîrtia a fost întrebuinţată mai întîi pentru acest procedeu sau pentru celelalte, în orice caz încercări s-au efectuat. Nu știm nici dacă primele plăci gravate au fost utilizate aici exclusiv pentru tipar. Cei dintîi gravori italieni au fost, desigur, bijutierii și probabil că predecesorii lor germani au descoperit procedeul în același mod. Înainte de anul 1730 existau în uz și alte 3 tehnologii de gravare a plăcilor : prin puncte, prin decapare și prin *mezzo-tinto*. Cu prima tehnologie se folosește, în locul acului de gravat, un dorn din oţel, înfăptuind contururi degradate care reţin un volum mai mare de cerneală. Numai cîteva tipărituri au putut fi realizate, utilizînd plăci de argint, și de aceea această tehnologie nu s-a răspîndit pe scară largă. Ea era, mai degrabă, accesibilă artiștilor, și în afara cîtorva anonimi germani din jurul anului 1480, remarcăm îndemînarea a două celebrităţi în materie : Dürer, în secolul al XVI-lea, — o folosește la tipărirea a 3 lucrări — și Rembrandt, în secolul al XVII-lea. Cincizeci de ani după Dürer, Andrea Meldolla, combină primele 2 procedee. Armurierii secolului al XV-lea ornau metalul prin decapare. Ideea de a recurge la acest procedeu pentru tipar trebuie localizată după 1600. Pe o placă încălzită se depunea, în strat subţire, un amestec plastic pe care se aplica designul dorit. Se turna acid nitric, ce pătrundea

prin şanţurile contururilor pînă la metal, atacîndu-l. După decapare se înlătura amestecul, ce se refolosea la alte operaţii, şi se acoperea suprafaţa metalului cu un lac. Urmele obţinute puteau fi adîncite prin celelalte 2 procedee, descrise înainte. Nu s-au înregistrat progrese impunătoare, în afară de trecerea la decaparea pură. Şablonul intră în uzul gravorilor germani, aproximativ, în vecinătatea anului 1500 şi apoi şi a celorlalţi din Austria, Italia, Ţările de Jos, în timp ce decaparea pură este asociată numai olandezilor, în special lui Rembrandt. Dacă paternitatea celor 2 tehnologii este difuză, în schimb pentru procedeul *mezzo-tinto* avem un autor identificabil, Ludwig von Siegen, născut în 1609. Folosea o placă intaglio acoperită cu un tipar fin, conturat prin randalinare, capabil să înmagazineze destulă cerneală pentru tiparul negru, exceptînd porţiunile unde era răzuită sau lustruită, pentru a se obţine tonuri deschise. Ne-a rămas încă necunoscută tehnica sa de randalinare, în schimb deţinem informaţii de la un amator notoriu, prinţul Rupert, care uzita un disc moletat. Adevărata sculă, balansierul, a apărut înainte de sfîrşitul secolului al XVII-lea. Era, de fapt, un vîrf, curbat, din oţel dur, rezemat pe muchii zimţate paralele, montat într-un mîner scurt. Apăsîndu-se pe o placă de cupru şi balansîndu-l, se imprima o mică suprafaţă acoperită cu striuri puţin adînci. Repetînd procesul la unghiuri de 45° şi 90°, cu prima amprentare se obţinea o textură granulară, a cărei calitate era în funcţie de pasul zimţilor şi de modificarea unghiului de atac. Cu toate acestea, tehnologia „mezzo-tinto" nu a înregistrat o audienţă semnificativă înainte de 1730, cînd J.C. Le Blou experimentează reproducerile în 3 culori, apelînd la ea.

Toate cele 4 procedee de tipar intaglio au, firesc, caracteristici comune : plăcile din metal, cerneală şi metoda de impresie. Metalul îndeobşte folosit era cuprul, datorită maleabilităţii sale la gravare, a faptului că se prelucrează uşor prin lovire şi pentru că se corodează facil. Totuşi, uneori, se utiliza şi fierul, argintul sau un aliaj de cositor şi plumb. Cerneala era uleioasă, similară cu cea întrebuinţată la tiparul înalt, dar depusă într-un strat mai subţire, pentru a pătrunde în toate degajările. Iniţial se depunea pe placă, se ştergea suprafaţa şi se aşeza

o coală dublă în grosime, ce se roluia cu un cilindru. În jurul anului 1500 apare în folosință presa cu 2 rulouri. Era, de fapt, un calandru. Primele tipuri, din lemn, aveau 2 cilindri montați la o distanță de 0,0375 m, între 2 bacuri de lemn. Placa cu gravura era așezată pe o scîndură lată și, după ce se aplica cerneala, se ștergea și era întinsă hîrtia umezită, culisa între cilindri, fiind afectată de presiunea de strîngere. Acțiunea era transmisă, printr-o pîrghie încrucișată, numai cilindrului superior, celălalt fiind fix între bacuri. Nici astfel de prese și nici tehnologia de tipar nu au suferit modificări signifiante în decursul secolului al XVIII-lea. Încet, încet, fierul a început să înlocuiască lemnul ca material de execuție a diferitelor repere. Mai întîi pîrghia de acționare, apoi axele și reazemele cilindrilor, presele complete executate din metal apărînd abia în secolul al XIX-lea.

Textele muzicale și-au găsit modul ideal de exprimare vizuală prin tehnologia intaglio. Este ciudat faptul că cea mai veche lucrare în domeniu aparține lui Simone Verovio din Roma, fiind publicată în 1586. Gravura pare să fi fost încastrată de olandezul Martin van Buyten și probabil că nu era prima lor colaborare. Desigur, olandezii au deschis pîrtie în comercializarea acestei tehnologii. Ea a pătruns în Anglia, în 1598, datorită patentului lui Thomas Morley, ajungînd comună în majoritatea țărilor europene pînă în 1730.

Revenind la întrebarea din titlul acestui paragraf, aș răspunde cam în genul lui Usher : nu se poate da un răspuns clar, deoarece, pînă în prezent, întîmplarea nu ne-a pus la îndemînă un document informat al epocii asupra detaliilor tehnologice ale primelor tipărituri, tot așa cum nici firma Ford nu dispune de un raport competent privitor la procesul tehnologic al primelor sale automobile, și aceasta, deoarece ciclul conștiinței productive ale naturii umane — tehnologie-știință-tehnologie — s-a închis, abia, de curînd.

Nu putem încheia fără să reamintim contribuția românească la dezvoltarea tehnologiei tiparului. La Mantua, la Modena, la Napoli, la Veneția și Brno, românii Toma Transilvăneanu, Ioan Francisc, Bernard Secuiu și Martinus Burcensis au înființat tipografii, în timp ce Lucius

Iacobus din Braşov se înscrie ca un inovator al xilogravurii în Europa.

Ori, dacă este să ne mai îndoim cîndva de Gutenberg, aşa cum la modă sînt predecesorii scandinavi ai lui Columb, să conchidem că, fără el, istoria românească n-ar fi reţinut în tiparul ei un nume de cronică, Antim Ivireanu, şi cele dintîi cărţi ale sale, în arabă, în 1701.

La vremea respectivă, tehnologia tiparului, neformată ca individualitate, a fost, de fapt, o nouă formă de scriere, o evoluţie legată de tehnologia anterioară a alfabetului fonetic, şi ea o inovare în domeniu, constituind condiţia prealabilă indispensabilă a tiparului cu litere mobile. Din această cauză, dezvoltarea tehnologiei tiparului în cultura chineză, creatoare de facto a hîrtiei, a fost blocată de scrierea ideografică.

Gutenberg a inovat conştient o tehnologie, a pus-o la îndemîna tuturor, ţinînd seama de conexiunile complexe dintre elementele de *input* şi *output*, adică de acea serie de inovări asociate cu inovarea principală. Cu el, am intrat în epoca noastră, a suspiciunilor ştiinţifice şi a experimentatorilor, dornici să măsoare, să calculeze, să verifice, să compare şi să decidă utilitatea sau inutilitatea consistenţelor materiale ce au început să ne polueze, dar care ne-au şi dăruit universului.

CÎȚIVA OAMENI MINUNAȚI ȘI MAȘINILE LOR... INCREDIBILE

Atît grecii, cît și romanii defineau prin mașini orice descoperire ingenioasă. Grecii aveau în vedere 2 tipuri de mașini : mașini simple ca pîrghiile, cuiele, șuruburile, scripeții, troliurile, planul înclinat și mașini complexe, care erau combinații de mașini simple. În realitate se pare că termenul roman „machina" era folosit pentru orice instrument ce încorpora un număr de părți mobile. În zilele noastre, prin mașină se definește un sistem tehnologic compus din piese cu mișcări determinate, care realizează o transformare energetică utilă.

Evident, omul s-a copiat pe el însuși, căci mașina umană oferă surse de inspirație neprețuite. El este unica mașină complet integrată ce se cunoaște pînă în prezent, într-o permanentă actualitate ; comandă cerebral transmisia ordinelor, ecuațiile lor și controlează toate funcțiile pe care mașinile le execută separat.

Pîrghiile sînt, poate, primele mașini simple cunoscute, fie în formă de pensetă, fie în formă primitivă de clește, de fapt 2 pîrghii legate cu o funie. Sub înfățișarea pensetelor, pîrghiile au irigat mecanic toată preistoria, iar sub cea a cleștelui încă din epoca bronzului. Majoritatea instrumentelor agricole s-au născut din combinații de pîrghii.

Un mare pas înainte a fost introducerea roții. Și este clar că datorită roții au apărut 2 mașini esențiale : vehiculele și roata olarului.

Scripetele este, de fapt, o roată aparte a cărei obîrșie este mai mult decît obscură, dar el a introdus un alt element, funia. Scripetele, menționat de Vitruviu în secolul I î.e.n., întrunea o largă utilizare în întregul imperiu roman.

Din secolul al IV-lea î.e.n., grecii fac progrese notabile în domeniul maşinăriilor datorită a 2 caracteristici tehnologice a civilizaţiei lor : navigaţia şi teatrul. Scena şi navele aveau nevoie de maşinării similare : scripetele şi troliul. Piesele lui Euripide cereau o montare fastuoasă, mai ales pentru acele scoborîri divine de pe Olimp. Se pare că primele dispozitive au fost întrebuinţate la o reprezentare din anul 427 î.e.n., dar este imposibil de stabilit dacă întîietatea utlizării a avut-o teatrul sau construcţiile navale.

Progresele realizate în acea perioadă demonstrează clar evoluţii la instrumentele de prelucrarea lemnului şi se pare că primul strung a fost înjghebat spre sfîrşitul secolului al VI-lea î.e.n. În orice caz, sfredelul cu arc îşi face apariţia în Grecia în această perioadă. Multe asemenea unelte provin din Egipt şi sînt reprezentate în diverse compoziţii murale.

Burghiul este asemănător şurubului, notează Arhimede, a cărui paternitate şi-o asumase filozoful şi matematicianul Archita din Taranto. Primele şuruburi, de formă cilindrică, erau confecţionate din lemn, aşişderea cu cele găsite la Pompei sau folosite de Heron la presele sale, deşi şuruburile din metal erau cunoscute la sfîrşitul antichităţii clasice.

Evoluţia maşinilor simple ajunge într-o nouă etapă o dată cu aplicarea geometriei în mecanică. Arhimede este primul care îmbracă mecanica în forme geometrice. Precedat de Pitagora, de Archita, de babilonieni şi egipteni şi reconsiderat de Leonardo şi Galilei, a fost primul savant conştient de faptul că ştiinţa este cea care poate împinge tehnologia către expresia supremă. Cercetările sale asupra fizicii statice au prefigurat acţionări tehnologice de universală folosinţă. Cu toate că a inventat şi construit multe mecanisme, unul singur poartă numele său, *şurubul lui Arhimede,* întrebuinţat în agricultură, şi care în mod eronat fusese atribuit egiptenilor. Dar majoritatea maşinăriilor edificate de matematicienii alexandrini, continuatori în linie dreaptă ai operei lui Arhimede, au avut numai un rol ştiinţific demonstrativ, fără a deveni obiecte tehnologice. Un exemplu mai la îndemînă este „eolipila" lui Heron, considerată preconcepţia turbinei cu abur.

Fără îndoială, cadrul politic nu a oferit condiţii tehnologice de evoluţie a acestor dispozitive, realizarea lor rămînînd un real merit personal.

Un mecanicist de marcă al şcolii din Alexandria a fost Ctesibios. Descoperind compresibilitatea aerului realizează primele arme cu aer comprimat, prima pompă aspirantă, folosită în secolele următoare, concepînd şi unele instrumente speciale ca clepsidra şi orologiul hidraulic. Utilizarea aerului comprimat pentru întreţinerea focului era cunoscută şi de egipteni, dar de la rudimentarele lor pompe metalice cu cilindri şi pistoane la finisarea tehnologică realizată de Ctesibios a fost făcut un semnificativ salt. Aplicarea pistoanelor şi a cilindrului la pompe se pare că a avut loc după soluţionarea teoretică a transformărilor dintr-o formă în alta de mişcare.

Pompele aspirante şi refulante nu ar fi putut fi înfăptuite fără inventarea supapei. Dibăcia tehnologică a anticilor nu le permitea construirea unor valve perfecţionate ca cele de astăzi, astfel încît se realiza o manufacturare artizanală. Se folosea un tub elastic din piele, similar celui utilizat mai tîrziu de Papin, dar tehnologia de atunci consta din montarea unei pastile metalice sprijinită pe 4 reazeme plate la baza cilindrului. Acesta era zidit într-un recipient de ghips, iar reazemele, fiind plate, nu permiteau scăparea pastilei. La apăsare, presiunea aerului din cilindru împingea pastila, în timp ce presiunea externă, din recipient, provoca accesul fluidului. Versatilitatea pompei permitea montarea rapidă a pastilei pentru a funcţiona în sens opus.

De la Heron ne-au parvenit mai multe informaţii despre realizările sale. Ca şi ceilalţi discipoli ai şcolii alexandrine, el a studiat, mai întîi, problemele teoretice legate de funcţionarea maşinilor, a continuat cercetările asupra fluidelor, precum şi asupra condiţiilor statice şi dinamice ale unor 5 maşini simple, reconfirmîndu-le legile. Calculele sale au stat la baza concepţiei transmisiei mişcărilor prin angrenaje de roţi dinţate, oferind soluţii mai simple decît cele ale lui Arhimede. Tratatul său de mecanică a fost tradus în arabă din ordinul califului Abbasid Ahmad ibn Mu'tasim. Tot el a scris o primă lucrare de automatică, deosebit de interesantă, deoarece

menționează, prima dată, mecanisme care vor sta la baza mașinilor viitoare ; aș menționa manivela, arborele cu came și sistemele de rotație cu contragreutate. Dispozitivele sale divulgă și unele cunoștințe despre incompresibilitatea lichidelor. Se poate spune, fără teamă, că modernele mașini de astăzi își au rădăcinile în lucrările incinerate ale Bibliotecii din Alexandria, datorită cărora s-a putut trece de la mecanismele foarte simple la dispozitivele de mari dimensiuni și foarte complexe prin care, mai tîrziu, cu toții am aflat adevăratele mașini.

Privind în timp slaba ingeniozitate romană, nu putem neglija cele cîteva îmbunătățiri aduse mașinilor moștenite, unele chiar cu caracter revoluționar, cum ar fi aplicarea mișcării de rotație. Exemplul cel mai viu l-a oferit măcinatul grîului, operație ce implica și alte 2 instrumente auxiliare : ruloul și discul. Abia atunci a putut fi pusă în practică tehnologia de măcinare, deși ruloul din piatră a fost poate unul din cele mai primitive instrumente, fiindcă se realizase discul din piatră, manevrat cu ajutorul unei manivele excentrice. Dispozitivul poate fi considerat deosebit de complex pentru timpurile acelea și aplicarea tehnologiei se poate constitui într-o primă încercare de exemplificare a anilor care trec de la descoperirea principiului pînă la beneficierea de forma sa tehnologică. Omul nu mînuiește principii, le descoperă, și pentru a le da o formă materială palpabilă este nevoie de tehnologie, pe care eu unul, de altfel, o consider o însușire nativă.

Originea morilor hidraulice este incertă, iar urme arheologice sînt practic inexistente. În Europa, termenii întrebuințați la descrierea morilor hidraulice aveau o origine greacă și probabil că ideea inventării ei a venit cam în aceeași perioadă cînd a fost creată moara cu tracțiune animală.

Un alt instrument de largă audiență în bazinul mediteranean era teascul pentru măsline. Nu ne putem exprima ferm asupra diferențelor existente față de cel folosit la stivuirea boabelor de struguri căci, mai tîrziu, pentru obținerea uleiului de măsline se va folosi un dispozitiv format dintr-o piatră mare, rotundă, ce se rotea pe marginea unui hîrdău circular. Primele teascuri, în

general, erau prevăzute cu o traversă fixată în poziție centrală pe care apăsa o pîrghie de gradul II încastrată în perete. În Europa, teascurile vor evolua prin a fi acționate de mori hidraulice, o combinație tehnologică pe care o putem întîlni și acum, în Normandia sau Africa australă, la obținerea cidrului.

Ingineria mecanică romană a înregistrat un real avans prin utilizarea roților la elevarea apei sau la acționarea unor dispozitive de ridicat, ale căror principii de funcționare vor fi aplicate și la macaralele medievale. Din cauza invaziilor barbare, multe cuceriri tehnologice atinse vor fi abandonate. Mai toate utilajele acționate energetic vor căpăta din nou acționare manuală, revenind la o alură rudimentară. Abia după secolul al XII-lea vor avea loc marile mutații economice, demografice și tehnice așteptate.

Puține progrese au fost făcute în evul mediu în domeniul mașinilor, deși lumea antică le adusese aproape la desăvîrșire. Vor reapare aceleași limite datorate materialelor, mai ales lemnului ce nu prezenta o bună rezistență la uzură. Însă și uneltele de prelucrat lemnul erau neadecvate, astfel că unele au trebuit să fie redescoperite, cum a fost cazul rindelei. Progresele tehnologice în fabricarea oțelurilor, în decursul evului mediu tîrziu, au contribuit, totuși, la îmbunătățirea funcțională a uneltelor. Sfîrșitul perioadei medievale a adus unele ameliorări modeste, mai ales la dispozitivele aflate în recuzita constructorilor marilor edificii. Chiar și catedralele secolelor al XII-lea și al XIII-lea nu au creat probleme spinoase, deoarece lucrul se făcea pe platforme, iar dispozitivele de ridicare utilizate erau la fel ca pe vremea romanilor. Cu roaba, însă, am putea afirma că apare prima exprimare mecanică a acelei perioade. Deși nu avea o capacitate mai mare decît un coș, oferea avantajul unui transport mai rapid. Primele reprezentări apar în secolul al XII-lea, dar construcția pare să vină din China primelor secole ale erei noastre, traversînd lumea islamică și civilizația bizantină. Tot către finele epocii se extinde universal folosirea energiei hidraulice la mai toate dispozitivele care reclamau o mișcare de rotație continuă.

Cunoştinţele alexandrine privind utilizarea arborilor cu came vor fi aplicate la acţionarea ciocanelor şi a teascurilor. Sistemul va fi aplicat şi la micile ciocane din fier sau aramă uzitate în tăbăcării, la fabricarea hîrtiei şi la morile de piuare. De asemenea, principiul a fost aplicat şi în dezvoltarea metalurgiei, la foale şi ciocane de forjă.

Problema ciclului continuu a fost tema majoră a invenţiilor şi inovaţiilor ultimilor 3 secole ale evului mediu. Pe o schiţă reprezentînd un ferăstrău acţionat hidraulic, atribuită lui Villard de Honnecourt prin anul 1250, se observă că mişcarea într-un sens era dată de o camă, iar în celălalt sens, de revenirea elastică a unei crengi. Practic, era o naivă formă de resort, dar aceste elemente elastice vor sta la baza transformării unei mişcări circulare într-una alternativă la multe maşini medievale.

O altă aplicaţie o găsim la strungurile de lemn a căror funcţionare era mai simplă : o funie înfăşurată pe un cilindru prevăzut cu mandrină ; o pedală provoca rotirea mandrinei la apăsarea ei. Calitatea lucrării cerea însă mai multe rotaţii decît cele care se puteau obţine la o singură desfăşurare. O primă rezolvare va fi legarea celuilalt capăt al funiei la o altă pedală, astfel că, acţionîndu-le, rezulta o mişcare alternativă. Totuşi, cursa pedalelor era limitată şi, de aceea, se va recurge tot la soluţia resortului, în sensul că celălalt capăt venea legat de o coardă flexibilă.

Printre maşinile care ilustrează spiritul inventiv al perioadei, cea mai simplă şi mai cunoscută pare să fi fost vîrtelniţa. Din vechime, torsul se făcea cu furca şi cu fusul, astfel că îmbinarea lor în vîrtelniţă nu se poate data precis, fiind mai degrabă succesul unui proces de ingeniozitate colectivă. Multe reprezentări de epocă, cum ar fi şi cele aparţinînd secolului al XIII-lea, care s-au găsit la Chartres, sînt, în realitate, fusuri. Putem încerca o supoziţie afirmînd că apariţia vîrtelniţei a fost influenţată de similitudinea operaţiei de tors a firelor de mătase.

Rezolvînd problema transformărilor formelor de mişcare, rămînea încă nerezolvată variaţia energiei în funcţie de necesităţi. Am văzut că angrenajele erau cunoscute încă din antichitate, cum cunoscute erau şi formulele de calcul al rapoartelor de transmisie, dar principiul se

folosea numai pentru creşterea vitezei de rotaţie, nu şi a puterii. În evul mediu se va reuşi obţinerea cu unele dispozitive, a unui reglaj moderat al vitezei şi puterii, un bun exemplu fiind sistemul de la ciocanele hidraulice. O primă soluţie a asigurat-o modificarea deschiderii zăgazului ce permitea incidenţa apei pe paletele roţii, dar operaţiunea era limitată de debitul maxim. Un al doilea sistem putea fi întrebuinţat fixînd camele care manevrau berbecii ciocanelor de un inel montat de pîrghia de comandă; pentru fiecare ciocan se dispunea de o varietate de inele cu un număr determinat de came, astfel încît, pentru varierea forţei de lovire, se schimbau locurile inelelor, modificînd cursa berbecului.

Punerea la punct a dispozitivelor acţionate prin variaţia forţei a dat posibilitatea realizării unor exemplare deosebit de utile. Modificînd formele scripeţilor, utilizînd pîrghii şi cremaliere, s-au realizat utilaje de ridicat, utile îndeosebi la exploatările din cariere. Recurgerea la energia hidraulică aduce în prim plan îmbunătăţirea randamentului, deşi sîntem convinşi că o asemenea temă ne aparţine numai nouă. În secolul al XIV-lea, se aflau deja în folosinţă cele 3 sisteme de dispunere a acţiunii jetului de apă asupra roţilor hidraulice : acţionare superioară, acţionare inferioară şi acţionare orizontală. Unele roţi erau montate pe plutitoare pentru a prelua curentul central, caracterizat de o viteză mai mare, şi erau acţionate la partea inferioară.

Despre ridicarea calitativă a randamentului roţilor prin modificarea unghiului de incidenţă a apei, prin optimizarea formei palelor sau prin poziţionarea roţii, cele mai multe informaţii ni le furnizează schiţele lui Leonardo cuprinse în *Codex Leicester*. Această operă preţioasă întruneşte o valoare tehnică şi artistică inestimabilă, stîrnind, acum 4 ani, o mare vîlvă în Anglia prin scoaterea ei la licitaţie de către lordul Coke, beneficul ei proprietar. Desenele, executate între anii 1506 şi 1508, cu cretă maro şi cerneală, oglindesc capacitatea de creaţie, aproape nelimitată, a lui Leonardo, care a încercat să dea un răspuns la nenumăratele probleme ştiinţifice ale epocii. Dar iată că, mai devreme, pe cînd Wilhelm Cuceritorul punea piciorul în Britania, la Dover pare să se fi construit o

moară ce beneficia de energia mareelor. O realizare, chiar dacă numai legendară, care ne pune pe gînduri !

Cu toate acestea, mecanismele interne nu au suferit nici o modificare esențială față de anticele modele timp de multe secole. Reprezentările secolului al XI-lea nu aduc nimic nou. Arborele principal, fixat pe un lagăr din lemn îmbrăcat în plumb, era menținut în poziție de o balama de fier, ce la morile de vînt era din lemn, avînd mari dimensiuni. La angrenajele mari, fiecare dinte era confecționat dintr-un bloc separat din lemn, iar stavilele și roțile dințate erau de asemenea din lemn. Metalul era folosit prea puțin, doar la dantură, deoarece se uza repede. Da Vinci va studia și efectul variației unghiului de încastrare asupra funcționării danturii. Evul mediu nu este caracterizat de un progres general în domeniul mecanizărilor ci, mai degrabă, de dezvoltarea tîrzie a unui mic grup, cum ar fi mecanismele morilor. Încă existau multe obstacole, atît de ordin social cît și tehnic, pentru a se putea trece la o mecanizare generală. Cu toate aspectele subliniate, progresul a existat și a constituit un pas însemnat față de mașinile lumii antice.

Dezvoltarea a fost întîrziată de mai mulți factori, care și astăzi dăinuiesc. În primul rînd era tradiționalismul, și nu am putea spune că nu există uneori chiar și acum. Slaba informare a publicului, posibilă la vremea aceea, dar imposibilă astăzi, împletită cu prejudecățile și cu relațiile sociale inevitabile, producea oamenilor o prea puțină dispoziție de a accepta noul. O altă manifestare a tradiționalismului era disprețul față de produsele realizate cu noile mașini. Un exemplu, surprinzător prin vechimea sa, îl generează refuzul țesătorilor din Abbeville de a accepta torsul firelor cu vîrtelnițele, și chiar de către comercianții de stofe, pentru aproape cîteva secole, iar cînd, în sfîrșit, a fost acceptat, a fost pentru urzeală. Obiecții similare s-au ridicat la baterea țesăturilor cu maiul mecanic, în unele locuri fiind emise ordonanțe de interzicere. În al doilea rînd, noile mașini aduceau noi taxe, așa că bieții oameni preferau vechile unelte, provocîndu-le o satisfacție intimă continuarea metodelor tradiționale.

Primele semne ale unei revoluții tehnologice în evul mediu apar în secolele al XII-lea și al XIII-lea. Secolul al XIV-lea trage perdeaua neagră prin războiul de 100 de ani și prin ciuma anilor '48. Lumina progresului va reapare în zonele neafectate : în Italia septentrională, în Germania meridională și în Renania, bucurîndu-se și de o rapidă evoluție culturală ce va semnifica începutul Renașterii.

Cea mai importantă invenție mecanică a acestei manifestări tardive medievale a fost, fără îndoială, mecanismul bielă-manivelă. Considerate separat, fiecare exista încă de la sfîrșitul antichității și, după cum v-am arătat, cu cîteva speculații, „plauzibile", ar fi putut exista și funcționarea lor tehnologică, care este de fapt mecanismul ce le înglobează pe amîndouă. Atunci care să fi fost impedimentul care a cerut încă un mileniu pentru a o integra folosinței noastre ? De bună seamă că tehnologia de îmbinare. Dacă erau practicate din lemn, uzura producea efecte distrugătoare. Pe un manuscris german din anii 1421—1434 a fost depistat un asemenea mecanism, proiectat pentru acționarea manuală a unei mori. O astfel de moară se mai găsea în uz în Germania meridională chiar și în secolul al XIX-lea !

Problema transformării mișcării circulare continue într-una alternativă l-a preocupat și pe Leonardo, ca find prezentă în schițele sale de pompe. A încercat diverse soluții, una mai ingenioasă ca alta. Într-o primă idee folosește un cilindru împrejurul căruia era prelucrată o canelură elicoidală dublă în care se introducea o piesă de articulație legată la o bielă. Astfel, prin rotația arborelui de care era fixat cilindrul, se imprima o mișcare alternativă pistonului. O a doua schemă elimină dificultățile de manevrare. Un volan cu mîner acționează o roată de care sînt cuplate 2 pistoane. Al treilea dispozitiv al lui Leonardo este adoptat de toți constructorii de mașini ai secolului al XVI-lea. Mișcarea circulară se transmitea unui disc și de la acesta, într-un raport de $^1/_2$, la un disc danturat. Dinții se angrenează în 2 tamburi montați pe un ax îmbinat de axul discului danturat. Cei 2 tamburi sînt dispuși după un diametru al discului, astfel că fiecare se rotește în alt sens, rezultînd o mișcare circulară alter-

nativă, uşor de transformat într-o mişcare alternativă rectilinie. Schiţele lui da Vinci amintesc de cele ale lui Honnecourt, imaginînd ferăstrăul, şi dacă coroana dinţată începe să fie folosită din secolul al XVI-lea, mecanismul, bielă-manivelă va fi folosit abia de la sfîrşitul secolului al XVII-lea.

În domeniul minier, mecanismele pătrundeau din ce în ce mai mult. Afirm că data de naştere a pompei cu bielă-manivelă aparţine unei perioade predecesoare cu mult anului 1556, cînd ne-o descrie Agricola. Pentru prima oară vor apărea, la finele veacului al XV-lea, vagonetele pe şine, vehicule care fundamentează mecanizarea transportului în secolele următoare. Necesitatea de a avea mai mult metal va duce la mărirea furnalelor, şi pentru a asigura cantitatea de aer, tirajul natural nemaifiind satisfăcător, vor apărea primele foale acţionate hidraulic. În următoarele sute de ani se vor mai face progrese semnificative.

Multe maşini pentru prelucrarea metalelor au fost prefigurate în schiţe de Leonardo, dar nu toate pot fi considerate fructul ideilor sale. Găsim printre ele o maşină de laminat şi o alta de trefilat. Instalaţiile trefilatoare erau menţionate în Germania meridională la sfîrşitul secolului al XV-lea, în aceeaşi perioadă fiind iniţiată la Nürenberg producţia de tablă, or se ştie că o astfel de industrie este inabordabilă fără laminatoare. În manuscrisele celui de-al XV-lea veac sînt menţionate şi maşini de alezat, cum ar fi cea pentru lemn, acţionată hidraulic. Exista şi un proiect de-al lui Leonardo pentru o maşină analoagă, dar dispusă vertical. Asemenea maşini aveau o mare importanţă într-o perioadă în care trebuiau renovate conductele de apă din oraşe, confecţionate din trunchiuri scobite. Maşini asemănătoare se utilizau şi la alezarea ţevilor de tun.

În domeniul industriei textile, războiul de ţesut, inventat de Giovanni Calabrezul în secolul al XV-lea, a reprezentat un atu decisiv faţă de războiul de origine chineză şi a contribuit la confecţionarea de ţesături de mătase de înaltă calitate.

Expansiunea comerţului maritim, începută o dată cu marile călătorii oceanice, readuce în actualitate amenajările portuare. La sfîrşitul anului 1453, olandezii construiau

la Middelburg o dragă dotată cu un fel de greblă uriașă, cu care răzuia fundul canalului portuar. Curentul maritim purta mai departe nisipul și pietrișul. Inventarea ecluzelor va conduce la navigația pe canalele interioare. Porți rudimentare erau folosite încă din 1180, la Daume, pe canalul ce leagă Bruges de mare. În secolul al XV-lea sistemul de construcție se perfecționează prin recurgerea la noi dispozitive, similare celor moderne, pentru a controla lebitul. Astfel, Filippo Visconti din Milano construiește un astfel de sistem către finele anului 1440, în timp ce Alberti îl descrie, în 1450, în tratatul său de arhitectură.

Se poate spune că secolul al XV-lea a fost deosebit de fecund pentru dezvoltarea mecanizării în multe sectoare. De cele mai multe ori prin combinarea unor dispozitive se obțineau mașini adaptate exigențelor timpurilor noi. Aplicînd șurubul lui Arhimede, melcul cum i se mai spune, la moară de vînt, combinație atribuită anului 1404, se obținea în Olanda o mașină pentru drenarea terenului. Tot atunci apăreau și primii scripeți mobili la dispozitivele de ridicat, constituind principala caracteristică a acestora pînă către mijlocul secolului trecut. Leonardo inventează pînă și scripeți mobili pe un fel de șină de lemn, destinați unei mașini de ridicat și transportat blocuri de piatră. Și, fiindcă schițele lui Leonardo sînt o piatră de hotar în istoria tehnologiei, să amintim că tot lui îi datorăm și folosirea șurubului în mașini-unelte. Însemnările sale conțin descrieri ample ale unor șuruburi conducătoare utilizate pentru controlul dispozitivelor mecanice de tăiere sau rabotare. Cele mai importante descrieri se referă la 2 scheme de realizare a unui astfel de șurub. Prima înfățișează un fel de strung cu prăjină prevăzut cu sculă deplasabilă, în timp ce a doua asigură un control mai eficient al sculei așchietoare. Șurubul de filetat este montat în centrul cadrului și este rotit prin intermediul unui disc pus în mișcare de o manivelă. Același disc antrenează prin roți canelate alte 2 șuruburi de avans, paralele cu piesa de prelucrat. Pe aceste 2 șuruburi avansează o traversă ce poartă scula așchietoare. Montînd roți de diferite diametre se realizau filete cu diferiți pași. Modelul acestui strung există la *Science Museum of South Kensington* și demonstrează un moment de adevăr al umanității.

În ciuda existenței unor astfel de mașini, șuruburile, fie că erau din lemn sau din metal, erau filetate cu dalta ori pila, aidoma ca în antichitate. Șuruburi scurte, atît grosiere cît și fine, fie din metal, fie din lemn, încep să intre în uzanță științifică după 1650, pentru focalizarea microscoapelor și pentru instrumentele de măsură. Șuruburile lungi erau scumpe și inacurate. Este semnificativ că lucrul pe strung s-a dezvoltat prin mișcarea alternativă, ce prezenta mai puține dificultăți tehnice. Așa-numita mandrină era guvernată prin unul sau mai multe șuruburi scurte.

O altă aplicație a șurubului, de aceeași mare importanță, a fost presa cu șurub. Aceasta a jucat un rol decisiv, după cum am văzut, în definitivarea tehnologiei tiparului. Prima presă cu șurub utilizată la tipărit a fost de fapt o adaptare a unei prese cu șurub din lemn. După 1550, Danner din Nürnberg înlocuiește șurubul din lemn cu unul din aramă. Prima folosire a unei asemenea prese la ștanțarea metalelor este atribuită lui Bramante. Se crede că el a bătut sigiliile papei Iulius II cu o astfel de presă. De asemenea, tot cu un astfel de dispozitiv a gravat Cardosso medaliile pentru același sfînt părinte. Acea nouă tehnologie de modelare a metalelor prețioase, mai tîrziu extinsă la o mare varietate de materiale, a inițiat noi mașini și tehnologii de prelucrare, precum mașinile de vălțuit și tăiat longitudinal. La muzeul *Hôtel des Monnaies* din Paris figurează, printre exponate, și o presă cu balansier datînd din 1698. Din descrierile lui Abot de Bezinghen, din 1764, aflăm că erau din bronz și erau montate pe un bloc greu de lemn, marmură sau fontă. La capetele balansierului erau 2 bile din plumb, a căror greutate varia între 20 g și 60 g fiecare. Se pare că s-au construit prese și cu bile de 10 kg fiecare. Soliditatea presei condiționa funcția ei.

Tehnologia lucrului era mereu asociată de dezvoltarea mașinilor de ștanțat. Folosirea rulourilor și a foarfecilor în prelucrarea metalelor își va găsi în aceste mașini aplicarea principală. Cele dintîi mențiuni sînt, desigur, cele aparținînd lui Leonardo ! Sînt descrise 2 dispozitive : valțuri relativ late, pentru tablă, și valțuri înguste, pentru ștanțe, avînd aplicate modele pentru realizarea profilelor dorite. Oricum, aceste mașini nu

puteau fi exploatate fără un ciocan acţionat energetic pentru pregătirea benzilor din care erau debitate semifabricatele. Leonardo a imaginat şi pentru aceste utilaje 2 tipuri de preducele pentru debitarea monezilor şi un ingenios cadru cu şablon. În 1548 apare, în Franţa, un nou procedeu de ştanţare. Max Schwab, un aurar din Augsburg, construieşte utilaje care vor fi montate la Louvre, în ianuarie 1552. Barele erau vălţuite la grosimi adecvate şi, apoi, trefilate. Cu preducele circulare se decupau monezile, iar prin intermediul preselor cu balansier se imprimau gravurile. Matriţele erau fixate pe presc cu ajutorul unor cleşti sau dispozitive adecvate. Un mod diferit de a utiliza valţurile se practica în Tirol, prin 1575. Benzile din oţel sau argint erau trecute printre rulouri avînd imprimate gravurile direct pe ele. Monezile nu mai trebuiau decît să fie decupate şi finisate. Acea tehnologie va fi uzitată şi în Spania, dar la Segovia şi nu la Madrid, deoarece capitala nu poseda un sistem energetic hidraulic de acţionare. O tehnologie similară va fi dezvoltată în Scoţia, de Nicholas Briot, şi va fi folosită începînd din 1639. Desenele erau gravate pe 2 cilindri ce nu executau o rotaţie completă. Semifabricatele erau ovale, dar deveneau rotunde după ce treceau printre cilindri.

Valţurile mecanice uzitate de sistemul francez vor fi introduse în Anglia, în 1561, de către un meseriaş, Mesrell, care va fi condamnat la moarte pentru fapta sa. Nici o menţiune pînă în 1651 nu atestă folosirea valţurilor. În acel an, lui Peter Blondeau i se va permite să bată monezi în colaborare cu Thomas Simon, gravorul coroanei. Blondeau adaugă un dispozitiv pentru marcarea marginilor monezilor cu diferite motto-uri, sau pentru randalinarea lor.

Tenologia de prelucrare a cuprului şi plumbului cu valţurile ar putea fi localizată temporal după Leonardo, dar nu cu prea mare certitudine. Tratatele lui Zonca (1607), de Caus (1615) şi Branca (1629) descriu folosirea lor, însă într-o mică proporţie, la lucrul aurului, argintului, cuprului şi plumbului. Descrierile nu au o prea mare importanţă din moment ce rulourile erau deja în folosinţă în monetării, iar primele aplicaţii în prelucrarea fierului fuseseră deja amintite de Esban Hesse

în 1532. Cilindrii erau de asemenea folosiţi şi la Nürnberg, în procesele pregătitoare pentru trefilarea sîrmei şi forjarea cuielor, dar însemnările găsite nu certifică clar referinţa lor. În orice caz, benzile pentru trefilare erau obţinute prin trecerea unei foi de tablă printre un şir de role tăietoare. Mai tîrziu, cilindrii vor fi utilizaţi şi pentru a da o mai bună uniformitate foilor de tablă de fier.

Despre prezenţa valţurilor în procesele tehnologice ale secolului al XVIII-lea deţinem puţine informaţii, cu toate că, în acea perioadă, în Saxonia se roluia tabla neagră pentru cositorire. Informaţii substanţiale le descoperim în *Testamentul politic* al suedezului Christopher Polhem. În 1704, el ridică la Stjärnsund o întreprindere metalurgică în care se manufacturau produse din fier şi oţel pentru agricultură, industrie şi larg consum. Munca manuală era întrebuinţată numai în operaţiile de finisare, restul proceselor fiind executate cu ajutorul energiei hidraulice. Fabricile au continuat să funcţioneze şi după moartea lui Polhem, fiind distruse de un incendiu şi nereconstruite niciodată. Noile tehnologii aplicate au exercitat o puternică influenţă în Suedia şi în alte ţări. Ele au reprezentat cel mai înalt nivel atins într-o industrie a fierului bazată pe cărbune şi pe energetica hidraulică şi animală. Din păcate, lucrarea lui Polhem nu este ilustrată, dar, apelînd la imaginaţie, am aşezat în muzee unele din maşinăriile sale. La Stjärnsund existau doar ciocane şi valţuri. Ciocanele, chiar dacă erau acţionate energetic, reprezentau utilaje deja „învechite", în timp ce valţurile reprezentau utilaje de avangardă în tehnologiile de prelucrare.

Cu ajutorul rulourilor se putea produce de 10 sau chiar 20 de ori mai multă tablă decît cu ciocanele. Cu ajutorul lor, toate felurile de bare şi blocuri puteau căpăta un profil pătrat, rotund sau semirotund, după cum era nevoie să fie preformate benzile de oţel pentru trefilare. Polhem nu a fost singurul care a folosit valţurile în aceste scopuri, dar a afirmat că ciocanele erau mai comod de exploatat şi, de aceea, în Suedia numărul lor era mic. Dar acest lucru poate fi atribuit şi dificultăţilor tehnologice de realizare. Procedeul inventat în 1737 şi folosit pentru prima oară la Cassel este descris amplu în

lucrare, ceea ce mă face să vă prezint și dumneavoastră un scurt rezumat, pentru ca împreună să apreciem cum se cuvine geniul unui inginer, totodată un mare inventator, pe care numai capriciile istoriei l-au făcut atît de necunoscut.

„Cilindrii cu diametre de 150 și chiar 175 mm trebuie forjați din fier de foarte bună calitate. Se încarcă suprafețele cu un strat din oțel, pentru durificare, și se forjează. Cilindrii sînt apoi montați pe un strung acționat de o mică roată hidraulică. Scula aşchietoare este fixată într-un bloc ce este deplasat prin intermediul unui șurub conducător. Se poate adapta o acționare hidraulică în loc de una manuală pentru șurub. Se folosesc cuțite mici și pile, astfel ca cilindrii să iasă rotunzi și lustruiți. După aceea sînt supuși călirii. După călire se montează înapoi pe strung pentru a se controla dacă nu s-au ovalizat din cauza contracțiilor la răcire. Dacă se întîmplă acest lucru, cilindrii trebuie polizați prin abraziune cu o bandă acoperită cu un strat de cositor sau plumb, cu granulații diferite, pînă se obține o suprafață rotundă și netedă."

Polhem a făcut, de asemenea, referiri și la confecționarea cilindrilor din fontă maleabilă, tratați apoi pentru fabricarea tablei galvanizate. Cu toate că utilizarea în fabricație a valțurilor nu imagina un procedeu nou, Polhem a fost cel care le-a dat noi funcțiuni, datorită originalității viziunii sale, permițînd și înnoirea tehnologiilor constructive ale utilajelor. Acțiunea a indus noi feluri de mișcări și noi elemente constructive pentru mașinile-unelte care s-au construit în următoarele veacuri. Dar poate că mai reprezentativ pentru acest om este faptul că a introdus operațiile de control în evaluarea tehnologică a produselor, și aceasta s-a-ntîmplat acum 200 de ani !

Mașini-unelte pe măsură

Mașinile-unelte sînt fundamentale pentru civilizația industrială, fără de care nu puteau fi construite utilajele necesare proceselor de manufacturare. Ele permit prelucrarea materialelor cu o acuratețe imposibil de atins

cu mîna. Inventarea și dezvoltarea mașinilor-unelte constituie o parte esențială a revoluției industriale. Motoarele cu abur, căile ferate, industria textilă și alte unități prelucrătoare au reclamat mașini-unelte pentru progresul tehnologic.

În 1775, cele aflate la dispoziția răsăritului industriei cu greu devansau pe cele imaginate în evul mediu, dar după 1850, majoritatea mașinilor moderne erau deja inventate.

Înainte de 1850, inovările în domeniu erau meritul unor oameni cu vizlune și abilitate tehnică, ale căror tenacitate și voință le-au impus personalitatea. Mă gîndesc la Bentham, inventatorul mașinii de prelucrare a lemnului, la M.I. Brunel, inventatorul mașinii de cepuit, la Maudsley, inventatorul saniei port-cuțit și a strungului de filetat, la Bramah, cu întreaga sa gamă de mașini automate, la Nasmyth, creatorul ciocanului cu abur, al șepingului, al frezei cu cap divizor și, bineînțeles, la sir Joseph Whitworth, liderul industriei britanice de mașini-unelte.

În partea a doua a secolului al XIX-lea, activitatea de creație nu mai este așa de radicală ca pînă atunci, încît este dificil de trasat rolul individualităților în evoluția designului. Inovări similare apăreau simultan în diferite întreprinderi, în timp ce personalități competente își discutau întîietatea.

Ameliorarea mașinilor de tăiat, creșterea comenzilor militare, ca rezultat al războaielor din Europa și America, introducerea noilor inovații, dar mai ales folosirea energiei electrice au penetrat în fiecare aspect al diversificării mașinilor-unelte.

Strungul paralel stă la originea tuturor mașinilor speciale sau automate folosite în industria de astăzi. Gîndiți-vă că este o mașină ce reunește un număr cert de dispozitive pentru susținerea piesei și a-i conferi o mișcare de rotație uniformă, cu posibilitatea de a-i varia cu precizie raportul vitezelor. Evoluția în timp se datorește succesivelor tentative de a avea o mai mare posibilitate de control și reglare a 3 elemente caracteristice : mișcarea de tăiere, mișcarea de avans și profunzimea de trecere.

Existența strungului ca o mașină ce îndeplinește funcția de prindere și de imprimare a unei mișcări de rotație piesei este notată în occident la sfîrșitul antichității în 2 forme tipice : strungul mecanic și roata olarului. Tipuri similare de strunguri au fost găsite în Europa la sfîrșitul secolului al XVIII-lea, unica noutate introdusă fiind un banc solid fix, pentru rezemarea piesei. Soluționarea controlului elementelor caracteristice strungului a trebuit să aștepte finișul secolului al XVIII-lea, cînd englezul Henry Maudsley a construit un strung la care mișcarea sculei nu mai era ghidată de mîna omului, fiind preluată de la mișcarea mandrinei de susținere a piesei, traversînd un dispozitiv cu șurub și piuliță (pinion și cremalieră), așa cum este și astăzi la strungurile moderne.

Matthew Boulton exploata în fabrica sa din Birmingham mori de apă pentru laminarea, polizarea, finisarea și strunjirea diferitelor forme de platbande. La lista utilajelor putem adăuga și ciocanele cu arc. Berbecul era basculat cam la 1/4 din lungimea sa, întinzînd un arc ce era recomprimat prin acțiunea unui ax cu came rotit de roata hidraulică.

Robert Hooke inventa, în 1671, un utilaj de debitat rotițe de ceas, utilizînd o pilă disc ori o freză pentru danturat. După debitare, erau finisate manual. Ulterior, îmbunătățirea utilajului a eliminat operația de finisare manuală. Danturarea era corect spațiată cu ajutorul unei plăci divizoare, iar cuțitul era condus cu mîna. Axa de tăiere putea fi înclinată pentru obținerea oblicității dorite.

James Watt contribuie, indirect, la progresul strungului. Nevoia de cilindri perfect rotunzi pentru mașina sa cu vapori introduce un suport rigid pentru sculă, dispozitivul adăugat controlînd cu o mai mare acuratețe precizia și direcția mișcării, adică se asigurau valori precise pentru adîncimea de pătrundere.

Pe lîngă mașina lui Watt a apărut posibilitatea de a construi mașini-unelte neacționate de mîna omului. John Smeaton, care și-a construit o mașină de găurit în 1769, considera mașina lui Watt dificil de realizat. Dificultatea rezida în lărgimea prea mare a cilindrului, cuțitul tinzînd să se abată de la traiectorie și să devieze ajusta-

jul. În 1775, John Wilkinson meșterea la Bersham un nou tip de mașină de alezat ce reproducea o acurateță mult îmbunătățită. Deci, se putea ! Cine era Wilkinson ? Un biet fierar ! Originalitatea mașinii sale consta în existența unui arbore lung de 4,5 m. În rest, mașina era de tip Smeaton. Cilindrul era montat pe un cărucior ce culisa pe glisiere și era așchiat cu un cap port-cuțit rotativ. Greutatea sculei forța așchierea numai în partea de jos, astfel că nu se putea asigura o rigurozitate adecvată. Pentru a corecta dezavantajul, cilindrul era rotit la 90° după fiecare așchiere. Utilajul lui Smeaton era similar cu modelul descris de Biringuccio pentru găurirea țevilor de tun în 1540. Succesul aparaturii lui Wilkinson a rezidat în rigiditatea arborelui port-cuțit, sprijinit la ambele capete, și prin securitatea operației. În următorii 20 de ani, Wilkinson a turnat, a alezat, a finisat toți cilindrii mașinilor lui Watt.

Următorul pas a însemnat economicizarea tehnologiei și i-a revenit lui Joseph Bramah, fiu de fermier din Yorkshire. Ingeniozitatea sa a fost responsabilă pentru multe invenții ca : presa hidraulică, o variantă îmbunătățită a unui closet cu apă, o mașină de rindeluit, precum și o mașină de numărat bancnote, iar în 1784 a obținut un patent pentru o broască de siguranță ce a făcut vogă. Pentru a duce la bun sfîrșit astfel de idei și-a angajat ajutoare, printre ei numărîndu-se și Henry Maudsley, un băiat de 18 ani care lucra ca forjor la Arsenal. Bramah a montat freze pe fusul unui strung, în timp ce piesa de prelucrat era montată într-o bucșă mobilă, fixată într-o mandrină ce aparținea patului strungului.

Maudsley îl părăsește pe Bramah, în 1797, și începe să lucreze pe cont propriu. Firma sa prosperă, iar el va deveni o celebritate a secolului al XIX-lea. În 1804 i se alătură Joshua Field, pe care îl va lua partener, mai tîrziu.

Deci majoritatea mașinilor-unelte necesită o mișcare cu cel puțin 2 grade de libertate. Astfel, cînd un cilindru era alezat, scula se deplasa rectiliniu, paralel cu axa de rotație. La mașinile de găurit, scula se rotea străbătînd piesa ce sta imobilă. Acurateța prelucrării pe asemenea mașini era determinată de gradul de rectificare

a suprafeţelor de ghidare. Şurubul era un alt element esenţial de construcţie, deoarece trasforma mişcarea de rotaţie într-o mişcare liniară. Alunecarea sculei putea fi conexată cu rotaţia piesei prin intermediul şurubului conducător. În acest mod se poziţiona corect piesa şi se ajustau părţile mobile. Şurubul este, de asemenea, şi o componentă bazică a micrometrului.

Caracteristicile maşinilor lui Maudsley constau în acurateţea rectificării suprafeţelor plane, în utilizarea saniei port-cuţit, în prelucrarea oricărui tip de metal şi în confecţionarea unor şuruburi perfecte.

Mittelalterliche Hausbuch, publicat la Waldburg în 1480, adăposteşte în paginile sale primele ilustraţii, cunoscute în Germania, dar fără explicaţii. În secolul al XVIII-lea, săniile port-cuţit erau folosite ca ornamente. Abia în 1785, Jacques de Vaucanson a asamblat un fel de strung, lung de aproape un metru. Sania avea practicate dedesubt 2 caneluri decalate la 90° şi culisa pe 2 bare de secţiune pătrată, lungi cît lungimea strungului. Nasmyth a fost cel care a atribuit, în 1841, paternitatea saniei port-cuţit lui Maudsley. Şi a avut dreptate, dacă ne gîndim că a considerat-o inovaţie în practica inginerească a timpului.

Ideea rudimentară de a utiliza un şurub conducător pentru filetare o găsim în 1569 în lucrarea lui Besson, dar ea a fost menţionată mai tîrziu la prelucrarea tamburului arcului. O schiţă de maşină de filetat a creionat şi Leonardo, însă fără vreo consecinţă practică. O formă similară celei realizate de Maudsley a concretizat-o şi Senot, în Franţa, în 1785, şi David Wilkinson, în 1798, în America. Deşi revendicarea lui Maudsley ca singur inventator al strungului de filetat cu sanie port-cuţit, şurub conducător şi roţi interşanjabile nu poate fi susţinută de nimeni, el poate fi acreditat cu introducerea practică a lor şi cu succesul inovării. Un alt merit este acela de a fi construit maşina sa de filetat în întregime din metal, contribuind decisiv la abandonarea lemnului în construcţia de maşini.

Maudsley a acordat o mare atenţie geometriei filetului, optînd, în final, pentru un cilindru de lemn de esenţă tare, ce se rotea într-o montură adecvată în sen-

sul contrar de tăiere a cuțitului. Astfel se genera un filet ce putea fi apoi copiat în oțel ; ajunsese la o precizie de 25.10^{-7}m ! A ameliorat și sistemul de filetare cu tarod și a standardizat pașii și diametrele șuruburilor utilizate în ateliere. Tot el a fost acela care a introdus practica turnării în forme rotunde, considerînd unghiurile ca o sursă de defecte.

Sfîrșitul secolului al XVIII-lea îl găsește pe Samuel Bentham inspector general la Șantierele Navale. După un periplu tehnic european și o practică de constructor în Rusia, se reîntoarce în Anglia, în 1791, pentru a servi în Amiralitate. A studiat o mulțime de probleme privitoare la prelucrarea mecanică a lemnului, strîngîndu-și concluziile într-un patent solicitat în 1793. În paginile lui găsim o mașină de rindeluit cu cuțite rotative. îmbinări în coadă de rîndunică, mașini de tăiat furnir, de mortezat și de format.

Marc Isambard Brunel s-a născut în Normandia, în 1769, și a servit ca ofițer de punte în timpul revoluției franceze cînd, datorită convingerilor sale regaliste, a trebuit să traverseze oceanul, iar apoi să-și păstorească geniul în Anglia. Pe harta bătrînului Albion el a devenit mai cunoscut pentru construirea primului tunel ce subtraversa Tamisa decît pentru ceea ce am să vă povestesc eu. Tatăl a fost, la rîndul său, un priceput inginer de căi ferate, de poduri și de nave. Brunel a proiectat mașina de făcut scripeți, iar Maudsley a construit-o, bineînțeles cu contribuții personale. Proiectul degajă istorie prin a fi un prim exemplu de utilizare a mașinilor-unelte în producția de serie. Uzina de la Portsmouth livra, în 1808, 130 000 de unități, în timp ce 10 muncitori necalificați înlocuiau munca a 110 calificați. Amiralitatea a salvat un capital de 37 000 de lire ! Unele exemplare au continuat să fie folosite încă aproape 145 de ani ! Scripeții erau fabricați în 3 dimensiuni diferite, pentru fiecare fiind construit o mașină aparte. În total funcționau 43 de bucăți, cu care era realizat întregul proces tehnologic, exceptînd îmbinarea finală și finisarea. Materialele erau mai întîi conduse spre debitare cu o linie de tamburi, acționată de o mașină cu abur, de 30 HP. Debitarea la dimensiunea cerută o asigurau ferăstraiele circulare. Următoarea mașină de

pe flux era concepută să poată aşchia lemnul la diametrul cerut. Semifabricatele erau apoi rindeluite pentru a căpăta o rugozitate acceptabilă. Apoi erau plasate pe o maşină de găurit ce practica, simultan, 2 găuri defazate la 90°, una pentru ax, iar cealaltă pentru prelucrarea şanţului. Strîngerea în mandrină servea la asigurarea poziţiei corespunzătoare. Morteza tăia jgheabul, iar un şeping finisa suprafaţa laterală. Şanţul de rulare a cablului era tăiat de o maşină de riţuit. Rotaţia cuţitelor era imprimată de o bară oscilantă, ghidată printr-un şablon, fără a mai fi nevoie de intervenţia operatorului.

Cei mai eminenţi ingineri care au lucrat pentru Maudsley au fost Roberts, Nasmyth şi Whitworth. Richard Roberts s-a născut într-un sătuleţ din Wales. De tînăr, a lucrat ca pietrar, dar la 20 de ani s-a angajat la întreprinderea lui Wilkinson, unde a efectuat diferite munci. Chiar Maudsley l-a folosit vreo 2 ani ca strungar şi ajustor. După 1814, a construit un strung cu comandă manuală şi o maşină de găurit. În 1814 ridică, prin intuiţia sa vizionară, un nou tip de strung, cu angrenaj intermediar pentru mersul înapoi al păpuşii fixe. O noutate era mişcarea automată a căruciorului, prin intermediul unui şurub conducător acţionat de la mandrină printr-un pinion de viteză variabilă şi unul conic, reversibil, de dezangrenare.

Roberts a fost un inventator prolific, dar marea sa realizare rămîne maşina automată de filat. Abilitatea sa în management i-a umbrit faima, nefiind menţionat prea des printre marii inventatori. De aceea mai este nevoie şi de unii care să dezgroape geniile pe care ignoranţa „învăţăceilor" i-a înlăturat din drumul cunoaşterii noastre !

John Nasmyth s-a născut la Edinbourgh, ca fiu al unui pictor. A primit o educaţie aleasă şi a avut şansa să frecventeze o şcoală cu faimă. Aversiunea tatălui său nu l-a împiedicat să-şi realizeze visele inginereşti aşa că, pe la 20 de ani, îl găsim şi pe el la Maudsley, unde rămîne 2 ani. În 1829 construieşte o freză ce putea făţui o geometrie hexagonală şi care întrebuinţa apă pentru răcire. Marea sa invenţie rămîne, însă, ciocanul cu abur. François Bourdon îl realizează în 1839. Era un ciocan cu simplu efect, cu înălţimea de cădere reglabilă prin-

tr-o pîrghie. În 1056 îl îmbunătăţeşte, realizînd dublul efect prin admisia aburului atît deasupra pistonului cît şi dedesubt, crescînd puterea de bătaie. Încet, încet, gabaritul ciocanelor a crescut o dată cu dimensiunile pieselor de forjat.

Joseph Whitworth a fost fiul unui învăţător. La vîrsta de 14 ani a intrat la fabrica de prelucrare a bumbacului a unchiului său pentru a se iniţia în afaceri, dar a devenit mai interesat în inginerie decît în comerţ. Curînd şi-a deschis o firmă la Manchester. Împlinind 22 de ani, vine la Londra şi lucrează cu Maudsley şi Clement. Tehnologia de rectificare manuală a suprafeţelor metalice pare să i se datoreze lui, pe vremea cînd lucra la Maudsley, deşi această pretenţie o are şi Nasmyth. În orice caz, Holtzapffel o atribuie, într-o lucrare din 1846, lui Whitworth. Într-un patent primit în 1839, ne descrie unele îmbunătăţiri aduse maşinilor construite de el. Dintre ele reţinem piuliţa secţionată, prin care şurubul conducător al unui strung putea angrena căruciorul transversal, şi mecanismul prin care avansul transversal putea fi obţinut de la şurubul conducător. Formatul accentua rigiditatea maşinii, crescînd în greutate batiul şi oferind o conducere a piesei mai precisă.

Invenţia rabotezei a fost atribuită mai multor autori. Matthew Murray, un inginer de motoare cu abur din Leeds, care a decedat în 1826, a fost rivalul principal al firmei Boulton şi Watt. Dînd credit celor spuse de March, un muncitor care, mai tîrziu, a devenit un important fabricant de maşini-unelte, Murray a inventat o raboteză pentru supape cu suprafeţe în formă de *D*. Maşina nu a fost brevetată, ca multe alte invenţii ale zilei, ba chiar păstrată în secret. Cea dintîi asemenea maşină a cărei existenţă a fost atestată este considerată cea a lui Richard Roberts, din 1817. Piesa era fixată pe o masă mobilă, în 2 sensuri reversibile, astfel ca scula să o aşchieze de două ori într-un ciclu. Masa era mişcată cu lanţuri înfăşurate pe un cilindru rotit cu mîna. Scula era poziţionată cu ajutorul unui şurub. Prinderea sculei era articulată, lucru ce mărea durabilitatea ei.

Joseph Clement devine celebru în 1825, deoarece ne lasă o maşină, de care s-a folosit mai întîi Bramah, iar mai apoi Maudsley. Clement s-a ocupat mai mult de

tehnologia filetării, construind filiere şi introducînd tarodul cu coadă mică, de secţiune pătrată, ce pătrundea prin gaura de filetat, în loc de a fi extras. Apropo de raboteză, nu trebuie să uităm a menţiona că masa mobilă era acţionată de role şi că batiul era încastrat într-o fundaţie de zidărie. Utilajul era condus cu mîna şi dispunea de 2 cuţite, cîte unul pentru fiecare sens. Timp de 10 ani, numai pe acest tip de maşină a fost posibilă prelucrarea de piese gabaritice.

Raboteza lui Whitworth, concepută în 1842, deşi patentul data din 1835, dispunea de acţionare mecanică şi funcţiona automat. Pe mediana bancului se învîrtea un şurub conducător condus prin roţi libere cu cîte 3 teşituri, ce transmitea mişcarea unei mese cu ghidaj în formă de *V*. Căruciorul, cu cele 2 sănii, se ghida şi era acţionat prin 2 şuruburi verticale, conectate prin angrenaje conice şi la un arbore manevrat manual. Avansul de-a lungul piesei îl asigura un mecanism cu clichet şi o roată de transmisie acţionată printr-o chingă, preluînd o mişcare alternativă de la o roată coaxială, rotită de un pinion manipulat de o tijă cu cremalieră, mînată înspre şi dinspre capătul cursei mesei mobile. Prin intermediul unor role de ghidare, chinga reversa port-cuţitul la sfîrşitul fiecărei curse, asigurînd, astfel, aşchierea în ambele sensuri. În 1851, Whitworth a mai expus un model similar, de asemenea cu cursă rapidă de înapoiere.

O piesă putea fi prelucrată pe şeping, pe raboteză sau strung, dar mai avantajos era prin frezare. Tehnologia de aşchiere cu ajutorul frezei oferea avantaje ca : utilizarea unei largi game de scule aşchietoare, permiţînd o prelucrare fără o încălzire excesivă, dar mai ales faptul că obţinerea formei se putea finaliza într-o singură operaţie, utilizînd o sculă profilată adecvat. Dificultatea de manufacturare a discurilor de freză şi menţinerea calităţii de tăiere au restrîns utilizarea frezelor în zorii revoluţiei industriale. Totuşi, Bramah, Brunel, Roberts şi Nasmyth au întrebuinţat discuri de freză pentru profilarea roţilor de ceasornic. De cealaltă parte a Atlanticului, Eli Whitney continua să creadă în viitorul acestor maşini şi, în 1818, concepe un model liliputan, dotat cu o masă mobilă acţionată orizontal de un

motor, dedesubtul arborelui port-cuțit, dar înclinată la unghi drept față de el. Prima mașină fabricată spre vînzare poate fi considerată cea proiectată, în 1848, de Frederic Webster Howe, beneficiarul fiind *Lawrence Company* din Windsor, S.U.A. O considerație retro asupra ei ne arată că arborele era antrenat printr-o roată conică de fricțiune și angrenaje intermediare.

Mașinile aşchietoare erau întrebuințate pentru debitarea formelor exterioare derivate din geometria cercului sau a liniei drepte, dar au fost inventate și alte cîteva, pentru reproducerea unor forme neregulate. Principiul lor consta în faptul că scula de aşchiat era cuplată cu un spion ce palpa fiecare punct al obiectului de copiat.

Ne reîntoarcem la începutul secolului, deoarece l-am uitat pe Hulot. Acesta a montat matricea și martorul pe arbori separați, paraleli, acționați simultan, iar trasorul și cuțitul, pe o bară pivotantă la unul din capete printr-un cuplaj cardanic. Beneficiind de un asemenea aranjament, realiza copia pozitivă, dimensionată în funcție de distanța dintre sculă și spionul din articulație. O mașină de acest fel a fost construită în Franța, în 1824, pentru a face etaloane de ștanțat după medalioanele originale.

În 1845, T. B. Jordan a confecționat o mașină de copiat pentru a face casete scobite din lemn și piatră moale, necesare pentru decorarea palatului Westminster, înainte de a deveni sediul Parlamentului, distrus de o „torță" năpraznică în 1834. Trasorul și 2 cuțite rotative, pentru a obține 2 copii deodată, culisau vertical ; modelul și piesele erau plasate pe un platou inferior, capabil de o mișcare orizontală în 2 direcții rectangulare.

James Watt îmbunătățește, între 1804 și 1819, principiul lui Hulot, plasînd un braț oscilant între bară și articulație, cu rezultatul că devenea posibilă degajarea interioară și copierea obiectelor la interior. Utiliza, de asemenea, cuțite rotative. Deși a confecționat 2 modele, unul pentru copiere redusă și altul pentru copiere identic dimensională, nu le-a brevetat niciodată. Să fie vorba de modestie ? ! Biografia lui ne sugerează că e vorba, mai degrabă, de modestia uitării în muncă a unuia care a căutat să împingă cîțiva milimetri axa planetei spre am-

pexul speciei. Independent de el, Benjamin Cheverton a inventat o mașină similară, în 1826.

În 1818, Thomas Blanchard, din Worcester, Massachussetts, construiește primul strung calibrat, de o importanță economică covîrșitoare pentru strunjirea țevilor de arme.

Desigur, nu putem termina povestea acestor mașini și a geniilor care le-au creat fără a aminti, chiar și în treacăt, de cele gîndite pentru prelucrarea lemnului. Dezvoltarea lor a stimulat-o energetica aburului. De altfel, o sursă de energie o găsim și în plin ev mediu, cea hidraulică. Walter Taylor din Southampton a fost, probabil, cel care a inventat, în al 3-lea pătrar al secolului al XVIII-lea, ferăstrăul circular, deoarece avea de onorat un contract de fabricare de scripeți pentru *Royal Navy*. Ferăstrăul cu bandă a fost patentat, în 1808, de către William Newberry, dar nu a însemnat o invenție practică la acea vreme, fiindcă nu exista posibilitatea de a elimina reîntoarcerea benzii, adică de a ataca materialul într-un singur sens. Acest tip de ferăstrău a fost reinventat, în Statele Unite, de către Lemuel Hedge, în 1849, iar în Franța, de către Perin, în 1855.

Ar mai trebui notată și contribuția lui Bentham la conceperea de mașini pentru prelucrarea lemnului, materializată într-o mașină de mortezat și o alta de debitare a corpurilor de scripeți, pentru o fabrică din Portsmouth. Ideea sa de a folosi cuțite rotative își va găsi realizarea în S.U.A., mai tîrziu, în mașina de cepuit a lui J. A. Fay, din 1840, și în mașina de format cu ax vertical a lui Andrew Gear, din 1853.

Și Bramah a construit, în 1802, pentru *Wolwich Arsenal*, o mașină de rindeluit, ce a rămas în uz aproape 40 de ani. Cărucioarele erau acționate înainte și înapoi printr-un lanț fără fine ce își lua mișcarea de la un motor hidraulic. Deasupra lor era fixat discul de rindeluit ce antrena 28 de dălți de așchiat, pentru degroșare și 2 rindele metalice, circulate cu 90 ture/minut de un motor cu abur. În 1927, Malcom Muir, un alt discipol de-al lui Maudsley, inventează o mașină pentru manufacturarea scîndurilor de dușumea. Scîndurile erau introduse cu ajutorul unui lanț fără sfîrșit, echipat cu cîrlige de prindere, și erau trecute printr-o succesiune de fe-

răstraie cu bandă sau circulare care le reduceau la dimensiunile şi formele cerute. Utilajul a suferit îmbunătăţiri în 1836, autor fiind John McDowal, prin introducerea de cuţite rotative şi substituirea lanţului de alimentare, ce avea tendinţa de a crăpa lemnul, prin perechi de role cu presiune, pentru ca scîndura să fie rigidă în momentul debitării.

Dar omul, de cînd a venit pe Pămînt şi a deschis ochii asupra azurului atmosferei, nu a făcut decît două lucruri : comerţ şi arme. Infailibil, evoluţia tehnologică a unor astfel de maşini va fi subordonată militarismului. În S.U.A., Eli Whitney, inventatorul maşinii de egrenat cu ferăstraie pentru bumbac, îşi va construi o fabrică, cu o producţie din ce în ce mai grandioasă, de puşti. Adaptarea maşinilor-unelte pentru producţia de armament va constitui baza unui sistem, numit de Thomas Jefferson, pe vremea cînd era ambasador în Franţa, interşanjabil. Sistemul va fi adoptat, mai tîrziu, şi la manufacturarea maşinilor de cusut, maşinilor de scris, bicicletelor, motoarelor de automobile etc. Tehnologia sistemului depinde de utilizarea dispozitivelor de prindere pentru găurirea pieselor şi de ghidarea sculelor pentru a realiza acurateţea cerută. Ar trebui să amintesc şi de Simeon North sau de Samuel Colt, al cărui pistol, brevetat în 1835, va cunoaşte succesul comercial în 1846, cu ocazia războiului dintre S.U.A. şi Mexic, semănînd moarte şi ambiţii teritoriale, dar mă abţin.

În încheiere să ne oprim asupra strungului revolver. De forma sa modernă îi fac responsabili pe Richard S. Lawrence, F. W. Howe şi Henry D. Stone. Ei sînt aceia care au introdus capul vertical. Strungul revolver a fost, probabil, conceput pentru prima dată în prima jumătate a secolului al XIX-lea, atît tipul cu cap orizontal, cît şi cel cu cap vertical. Acesta avansa pe o glisieră, mişcînd o manetă orizontală pentru a poziţiona fiecare din cele 8 scule prinse în păpuşa fixă. Capul revolver era rotit cu mîna între operaţii. Exista, de asemenea, şi o sanie transversală echipată cu o magazie de scule. Construcţia permitea un număr de 9 operaţii şi a reprezentat cea mai revoluţionară exprimare a secolului. Ce a urmat este tot istorie, firească, dar calea urmată a fost cu totul alta. Poate pentru că, aşa cum spunea Derek J. De Sola Price :

„Tehnologii nu doresc să publice în mod util — nu există o tradiție de a da concurenților un avans util — dar ei doresc foarte mult să citească pentru a vedea dacă o inadvertență nu le deschide o perspectivă de pe urma căreia să realizeze un progres util de însemnătate practică".

Pacea de la Amiens

Prima manifestare publică despre întrebuințarea gazului la iluminat și încălzit o consemnăm la Paris, în octombrie, 1801, la *Hôtel Seignelay*. Gazul era obținut prin distilarea lemnului în 2 „termolămpi", nume atribuit de inventatorul lor Philippe Lebon D'Humbersin. O termolampă încălzea și lumina interiorul unei case, iar cealaltă lumina grădina într-un mod plăcut. Crease și o fîntînă cu „flăcări" în loc de jeturi de apă. Manifestarea s-a bucurat de succes și a fost pe larg comentată în presa vremii. Iluminarea cu gaz a început să fie privită ca o posibilitate practică. Anterior, generarea și arderea gazului inflamabil semăna cu un experiment de laborator. Marele merit al lui Lebon a fost acela de a demonstra practic aplicarea unor principii deja cunoscute.

Van Helmont, citat de Dimitrie Cantemir, în lucrarea sa publicată în 1710, cu titlul *Economicum in autorem et virtutem doctrine ejus*, introduce noțiunea de gaz și demonstrează existența unor deosebiri între gaze, după acțiunea lor asupra flăcărilor. El a constatat că hidrogenul, descoperit de Paracelsus, arde și că bioxidul de sulf stinge flacăra, fiind totodată și descoperitorul bioxidului de carbon, obținut prin arderea cărbunelui, pe care-l numește „gaz de pădure". Tot despre acest gaz va aminti, pe scurt, și Johann Joachim Becher în lucrarea sa *Närrische Weissheit und weisse Narrheit*. Ulterior, chimistul scoțian Joseph Black îl descoperea în stare naturală în aerul atmosferic. Stephen Hales, în lucrarea sa *Vegetable Statics*, apărută în 1727, arată cum cărbunele și alte subsanțe organice pot emana gaze inflamabile prin încălzirea lor în recipiente închise. În 1730, James Lowther scoate la suprafață, printr-o conductă, gaz de mină, ce va arde incontinuu. Repetă demonstrația la

Royal Society. Tot atunci, Carlise Spedding se oferă să ilumineze orășelul Whitehaven, trăgînd conducte subterane. Oferta sa a fost refuzată, dar se zice că Spedding și-a iluminat în acest mod biroul său și că doctorul William Brownrigg studiase proprietățile fizico-chimice ale gazului.

Primul care a descris în mod amănunțit producerea de gaz prin distilarea distructivă a cărbunelui a fost John Clayton, rector la Crofton, lîngă Wakefield.

Cel dintîi personaj care a păşit în direcția folosirii gazului de huilă la iluminarea unei încăperi pare să fi fost George Dixon, proprietarul unei mine de cărbuni de lîngă Newcastle pe Tyne. În jurul anului 1760, utilizînd un ibric drept retortă și trecînd gazul prin lulele de pipă către arzătoare, formate din plăci de argilă perforată, a realizat un experiment promițător. O explozie l-a făcut să considere utilizarea gazului prea riscantă.

Richard Watson, episcop de Llandaff, a sugerat transformarea cuptoarelor de cocs în recipiente de distilare. În ciuda sugestiei sale, industria cocseriilor a avut o mică influență asupra recoltării de gaz de iluminat. Oricum, în 1770 funcționau la Sulzbach cuptoare pentru obținerea de gaz, ce era îmbuteliat în retorte închise. Probabil că prima aplicație practică a fost utilizarea lui la umflarea baloanelor.

Totuși, succesul comercial îl asigură experimentele celor doi : Philippe Lebon și William Murdock. Ei și-au început investigațiile avînd la îndemînă gazul de lemn și le-au finalizat studiind proprietățile gazului de cărbune.

Lebon s-a născut și a crescut printre mangalagiii din Brachay, lîngă Joinville, ceea ce i-a trezit interesul pentrut fenomenul de combustie. În 1797 a folosit lemnul pentru distilare în retorte metalice, răcind gazul într-un ciubăr. A intuit aplicarea lui la iluminat, încălzit și umflat baloane. Într-un efort de a persuada guvernul francez să folosească gazul pentru iluminatul public, Lebon vine la Paris, în 1798, și-și demonstrează experimentele într-o casă de pe insula Saint-Louis. Obține și un patent, la 28 septembrie 1799, dar guvernul, preocupat de războiul cu Anglia, nu-i acordă nici un interes. Acesta a fost motivul ce l-a decis pentru demonstrația de la *Hôtel Seignelay*.

Ce conținea brevetul său ? O schiță pentru o instalație cu gaz aerian. O retortă din tablă de oțel era înconjurată, de cîteva ori, de canalul de fum de la un furnal. Întreaga instalație era căptușită cu cărămidă refractară. Gazul era eliberat din retortă printr-o conductă și traversa, apoi, un recipient cu apă, obținîndu-se și produse secundare ca bitum, gudron și acid acetic. Contrar propunerii lui Fanjas de Saint-Fond de a întrebuința varul nestins pentru eliminarea bioxidului de carbon, este puțin probabil ca Lebon să fi recurs la aceeași idee de a scăpa de impuritățile sulfuroase.

El propunea efectuarea combustiei gazului în globuri de sticlă deschise. Contribuția sa a fost mare, nu pentru că a fost primul care a demonstrat public valențele combustiei gazului ci pentru imaginația sa ce a fertilizat drumul celor de după el. În cele cîteva scrieri lăsate a anticipat aproape toate aplicațiile posibile pentru următorii 100 de ani care au succedat morții sale.

William Murdock a fost format ca mecanic de către tatăl său, un morar din Auchinleck, districtul Ayrshire. În 1777, la 23 de ani, s-a angajat la firma *Boulton and Watt*, devenind, în 1790, mecanic principal. Interesul său pentru gazul de huilă a fost stimulat de primirea, în 1791, a unui patent pentru obținerea de sulfat feros cristalizat, pigmenți și compoziții pentru protejarea navelor. Aceasta l-a condus la studierea distilării distructive a lemnului, turbei, cărbunelui și a altor materiale. În 1792 obține gaz din cărbune, cu care ilumineză o cameră într-o casă de pe Cross Street din Redruth. Continuă testele pe banii săi, comparîndu-le cu cele pe bază de petrol și grăsime animală. Într-o comunicare trimisă lui sir Joseph Banks pentru *Royal Society*, el își descria instalația astfel :

„Aparatul meu constă dintr-o retortă metalică, cu tuburi din cupru cositorit și din fier, prin care gazul este condus la o distanță considerabilă ; și acolo este ars prin arzătoare cu deschizături de diferite forme și dimensiuni. Experiențele au fost făcute pentru diferite sorturi de cărbune. ...Gazul a fost, de asemenea, spălat cu apă și au fost încercate și alte mijloace de purificare".

Un arzător avea un număr de orificii mici sau era un ajutaj foarte fin. De asemenea puteau fi utilizate

lămpi Argand, inventate de Pierre Ami Argand și introduse în Anglia pe la 1783. Erau lămpi cu fitil tubular care ușura arderea și realiza iluminatul cu dublu curent de aer pentru spațiile mari. Murdock colecta gazul în rezervoare și oferea autonomie de transport acestor lămpi. În 1798, Murdock se mută la Birmingham pentru a lucra la celebra turnătorie *Soho*. Acolo își va continua experimentele pe scară largă, utilizînd pentru retorte recipiente verticale de fontă, înalte de 0,75 m și cu diametre de 0,3 m, acoperite cu capace etanșate cu argilă. Încărcătura unei șarje era de 6,75 kg. Experimentele au fost oprite în 1801 datorită lipsei de interes a firmei. Contribuția personală a lui Murdock a fost investigarea sistematică a comportării diferitelor categorii de cărbune în condiții variate de temperatură și timp de carbonizare.

Neavînd nici o schiță a termolămpii lui Lebon, reținem spre descriere pe cea construită în 1802 de către J. M. Daisenberger după schițele lui Johannes B. Wenzler, trezorier la curtea din Passau, Bavaria. Decorată, pentru a se încadra într-un living-room, instalația evidențiază 3 subansamble. Cuptorul este așezat în partea inferioară. Deasupra este așezată o retortă rectangulară din tablă, din care fracțiunile mai grele sînt eliminate într-un recipient. Peste retortă este așezat un vas ce conține o serpentină imersată în apă rece. Gazul se ridică printr-o țeavă izolată cu mătase și este îndreptat către un arzător cu ajutaj așezat pe un pupitru de scris.

Zachaus Andreas Winzler, un manufacturier morav de produse chimice, care a trăit în Austria, și-a irigat imaginația cu ideile lui Lebon, furnizînd la cîteva dineuri, în decembrie 1802, mîncare gătită la o sobă cu gaze ; de asemenea, încălzirea încăperii de recepție a fost făcuă tot cu gaze. În 1803, el publică o descriere amănunțită a tehnologiei sale. Retortele erau similare echipamentului de laborator, dar avînd deasupra prevăzut spațiu pentru dispozitivele de încălzit și gătit. Gazul era barbotat prin apă — varul nu fusese adoptat — și era trimis într-un cuptor cu 4 arzătoare și o mică sobă de gătit sau spre un recipient în formă de burduf cu o mică greutate deasupra. Din recipient, gazul putea fi dirijat spre camere, unde dobîndea utilizare atît la un radiator, cît și la lămpi Argand.

Printre cei atraşi de demonstraţiile lui Lebon, la *Hôtel Seignelay*, a fost şi un german excentric, Friederich Albrecht Winzer, care şi-a anglicizat numele în Frederic Albert Winsor, trecînd în Anglia, în 1803, pentru a impregna ideea iluminatului cu gaz. Un alt vizitator important a fost Gregory Watt, cel de-al 2-lea fiu al celebrului inventator. El i-a trimis un raport amănunţit fratelui său James, concluzionînd că nu era timp de pierdut în a obţine avantaje de pe urma experimentelor lui Murdock.

Lebon şi-a părăsit contemporanii la 30 noiembrie 1804, înjunghiat şi jefuit pe Champs Elysées, fără să convingă pe nimeni. Moartea sa, la 37 de ani, a stins pentru multă vreme aproape tot interesul pentru iluminatul cu gaz pe continentul european. Numai în Anglia au mai existat unele motive favorabile dezvoltării acestuia. Războaiele napoleoniene au interferat cu blocada continentală, făcînd să crească costul uleiului de balenă şi a seului rusesc. Mai mult, fabricile de prelucrare a bumbacului erau afectate şi primele de asigurare atîrnau greu. În consecinţă, proprietarii erau interesaţi în orice sursă de lumină care să fie economică şi sigură. Pentru Murdock stimulentul era mare şi se găsea într-o poziţie favorabilă pentru a-şi concretiza încercările.

Ca rezultat al scrisorii lui Gregory Watt, Murdock ilumineză turnătoria pentru a celebra pacea de la Amiens, semnată la 27 martie 1802. Două torţe cu gaz, alimentate prin ţevi de la o mică retortă, aşezată într-un cămin obişnuit. Declaraţiile că întreaga faţadă a clădirii a fost scăldată în lumină de gaz sînt neadevărate. Încurajat de celebrul chimist William Henry, eroul nostru îşi intensifică experimentele, lucrînd cu retorte din fontă, poziţionate variat : vertical, înclinat şi orizontal. Deşi încercările erau făcute pentru a determina folosirea celui mai bun sort de cărbune, eficienţa scăzută a lămpii Argand şi costul relativ ridicat al iluminatului cu gaz protejau ideea de studiu a gazului însuşi şi a metodelor de purificare. Însă, în 1804, Boulton şi Watt au căpătat încredere în aparatura lui Murdock, pentru a o propune şi altora. Primul client a fost George Lee, coproprietar

la firma *Philips and Lee*, proprietara unei mari fabrici de prelucrare a bumbacului la Salford, lîngă Manchester. Primul test a survenit la 1 ianuarie 1806, instalaţia avînd 50 de lămpi. Murdock era încîntat că nu se mai simţea mirosul neplăcut de la Soho.

Instalaţia a fost completată în martie. Funcţionau 6 retorte din fontă, în formă de găleată, adînci de 1,5—1,8 m şi cu diametre între 0,9 şi 1,8 m. Erau dispuse cîte 3 sub o bigă de încărcare, cu ajutorul căreia se introduceau şarje de aproximativ 700 kg fiecare. Gazul era dirijat, după ce traversa un robinet hidraulic operat manual, către o conductă uscată şi de acolo într-un condensator cilindric vertical răcit cu aer, înalt de 1,8 m şi cu un diametru de la 0,6 la 1,8 m. Gudronul se scurgea într-o enclavă, iar gazul umplea recipiente cubice cu un volum de 27 m^3, montate deasupra unui bazin de apă, fiecare fiind susţinute central de un cablu cu contragreutate, petrecut peste un scripete. Instalaţia făcea faţă cu greu, deoarece retortele se acopereau cu o crustă de cărbune uzat. Judecînd după schiţele rămase, constatăm că gazul nu era spălat sau purificat. Satisfacţia lui Murdock privitoare la absenţa duhorii a fost de scurtă durată. Oricum, în ciuda tuturor deficienţelor, costul de iluminare era mult redus şi instalaţia a fost extinsă, astfel că în 1807 întreaga fabrică, o mică zonă a căilor de acces şi rezidenţa lui Lee au beneficiat de un astfel de iluminat.

Către anul 1808, Murdock îmbunătăţeşte instalaţia, dar cu mici modificări. Foloseşte retorte orizontale din fontă, lungi de 1,2 m şi cu secţiune eliptică. De asemenea, probează şi alte secţiuni, însă nu le aplică în practică. Retortele se terminau cu un ajutaj la 45°, astupat de un obturator rabatabil. Căldura din cuptor era cedată retortei prin ţevi şi nu în mod direct. Gazul brut se ridica din frontul retortei şi traversa o conductă uscată către închizătorul hidraulic. Gazul era condus într-un condensator cilindric vertical, uneori răcit cu aer, alteori răcit cu aer intersectat de un jet de apă introdus pe la partea inferioară. Gaz, apă şi gudron treceau din condensator într-o cameră, de unde gazul era direcţionat către butelie, în timp ce apa şi gudronul se scurgeau într-un canal. Gazul ră-

bufnea în afara buteliei, în partea de jos, prin tuburi verticale de refulare, sau mai frecvent direct prin orificii laterale practicate în tuburi, prevăzute cu supape hidraulice greoaie la fiecare capăt pentru a menține presiunea în butelie. Acestea erau rectangulare, de obicei 3×6 m.

Cu toate că Boulton și Watt dobîndiseră notorietate în astfel de instalații, după 1814 tot mai mulți clienți vor opta pentru un echipament mai bun, pus la punct de alți inventatori.

Cu toate realizările sale, Murdock a fost devansat de Samuel Clegg, unul din discipolii lui Dalton. Ucenic la *Boulton and Watt* pe vremea feeriei păcii de la Amiens, nu a beneficiat de cunoștințele lui Murdock, care se ferea să le divulge, astfel că în 1805 părăsește firma. După ce montează unele mici instalații, utilizează fabrica lui Henri Lodge de lîngă Halifax și-și revendică întîietatea față de instalația lui Murdock de la *Philips and Lee*. El a fost, probabil, primul care a purificat gazul trecîndu-l prin apă cu var nestins. Pentru această idee a primit și o medalie de la *Royal Society of Arts*, în 1808.

La început, oxidul de calciu a fost introdus în apa barbotată abia în 1810, fiind purificat printr-o secțiune separată, la *Stonehurst College*. Clegg inventa, în 1811, pentru fabrica de bumbac de la Greenway, conducta hidraulică, iar în anul următor monta o instalație în locuința familiei lui Rudolff Ackerman, faimosul pictor și gravor. Echipamentul cuprindea 2 retorte orizontale din fontă, de secțiune circulară, simetrice. O singură șarjă de cărbune cîntărea cam 0,45 kg. Gazul traversa o conductă hidraulică și era răcit într-o serpentină imersată în apa de sub recipient. Purificarea o asigura un agregat de deshidratat var, cu agitator manual, și era spălat prin barbotare într-un recipient cu apă. Instalația deservea 48 de lămpi Argand și 32 de arzătoare utilizate atît pentru iluminat cît și pentru încălzit table metalice.

Independent de Murdock și Clegg, germanul naturalizat britanic Frederic Albert Winsor pornea la Londra, în toamna anului 1804, pentru a demonstra avantajele iluminatului cu gaz. De la început, a înțeles că ideea firmei *Boulton and Watt* de a construi instalații proprii pentru fiecare fabrică sau casă era greșită. El a intuit construirea unei stații centrale de la care să se aprovizioneze fiecare

unitate. În anul 1815 exista deja o conductă lungă de 24 km, ajungînd în decembrie la 42 km. La compania înfiinţată de Winsor s-a alăturat şi Clegg. Ultimul va persista în exploatarea serpentinei de răcire imersate în apă. Purificarea se va face cu dispozitivul inventat de el, în timp ce apa de spălare va parveni dintr-o sursă independentă. Deşi purificatorul reţinea impurităţile sulfuroase, el producea un lichid cu miros nociv, otrăvitor, cu care unele companii, deversîndu-l în rîuri, au ucis fauna piscicolă. Clegg a părăsit compania în 1817 şi a construit un contor pentru măsurarea debitului curgerilor continue de fluide în conducte, la început pentru gaze, apoi şi pentru lichide.

Renben Pihilps brevetează, în 1817, procedeul de deshidratare a laptelui de var. În 1823, John Malam îşi protejează drepturile pentru metoda de trecere a gazului prin straturi de var caustic, întîi într-o direcţie, apoi în cealaltă. Invenţia a adus mari îmbunătăţiri tehnologiei de purificare a gazului, astfel că nu se va renunţa la var în favoarea oxidului de fier pînă la sfîrşitul secolului al XIX-lea. Chiar dacă oxidul de fier înlătura pucioasa din hidrogenul sulfurat, lăsa, în schimb, neatinse alte combinaţii sulfuroase prezente în cantităţi mici. Utilizarea sa a depins de introducerea luminii incandescente ce a produs o reducere substanţială a gazului ars fără tiraj.

Mai întîi, retortele erau supuse la contrapresiune şi la temperaturi înalte gazul era cracat, permiţînd o depozitare de crustă carbonică ce trebuia sfărîmată şi înlăturată manual ; dificultate peste care nu s-a putut trece pînă la introducerea pompelor de evacuare în anii '30. În acele condiţii a fost imposibil să se micşoreze presiunea în retorte, iar gazul nu putea fi spălat eficient şi epurat. Înainte de introducerea pompelor, mari cantităţi de amoniac se strecurau în conducte, corodau cuprul şi alama din care erau confecţionate ţevile şi fitingurile, depozitînd reziduuri explozive şi imprimînd gazului un miros greţos.

Pe cînd în Statele Unite au rămas în uz, pînă în 1878, conducte din lemn de tamarack, o specie americană de conifer, la Londra aveau căutare ţevile din fontă, introduse prima oară pe la 1810, pentru aprovizionarea cu apă. Problema fabricării lor nu a fost rezolvată tehnolo-

gic, pînă cînd Cornelius Whitehous a brevetat în 1825, procedeul de tragere.

Iluminatul cu gaz a fost imediat adoptat în fabrici, clădiri publice, magazine, biserici, bănci etc. La Newport, în S.U.A., în 1802, se introdusese iluminatul străzilor cu gaz obținut prin distilarea cărbunelui. În 1807, acest mod de iluminat a fost introdus și la Londra.

Străpungerea întunericului cu ajutorul flăcării de gaz nu a putut fi cu adevărat eficientă pînă la introducerea arzătoarelor atmosferice — la care un curent de aer injecta curentul de gaz, — în jurul anului 1840. Versiunea creată de Bunsen pentru laboratorul său de la Heidelberg, în 1855, îi poartă numele.

În 1865, Benjamin Waddy Maughan patentează cazanul de baie, iar în 1867 este introdus în uz arzătorul circular. Gătitul cu gaz nu a devenit comun decît după 1870. Din 1880 pînă în 1930 întregul echipament casnic a suferit modificări substanțiale, cum ar fi reglajul termostatic.

Efectele sociale și economice ale utilizării gazului cu greu pot fi exagerate. Viața socială, industrială și comunală a secolului al XIX-lea nu s-ar fi putut dezvolta fără lumina gazului lampant. Succesul a irumpt impetuos, astfel că englezii au devenit specialiști căutați pe continent și aiurea. Un enorm export de tehnologie a asigurat prosperitatea industriei britanice. Opulența a ținut pînă în anii 1890, cînd neliniștea spiritelor de excepție s-a îndreptat către un alt soi de lumină. Gazul intră în dizgrație, pînă cînd austriacul Carl Auer von Welsbach certifică nașterea, în 1885, a lămpii incandescente cu gaz. Fusese găsit un răspuns la amenințarea electricității, gazul păstrîndu-și capacitatea de agent luminos pînă în clipa cînd tehnologia secolului al XX-lea va exploata electricitatea. El va rămîne însă cea mai convenabilă sursă de încălzit în domeniul industrial și domestic. Un nou drum împrăștia cunoștințele empirice în nevoia de a ieși din îmbulzeala de invenții, care, luate separat, nu însemnau nimic. Convingător, Lucien Gérardin ilustrează mai limpede fenomenul : „A inventa înseamnă a alătura lucruri care nu au fost încă alăturate."

Metamorfozele lui Ajax

Admitem unanim că din cele mai vechi timpuri canalizarea naturală sau artificială a fost esențială pentru sănătatea și confortul umanității. Surplusul precipitațiilor și reziduurile umane au trebuit să fie debarasate, cu atît mai mult cu cît aglomerările urbane deveneau megalitice.

Nu știu dacă cunoașteți că palatul cretan al lui Minos din Cnossos dispunea de un sistem de canalizare în multe aspecte similar celor actuale ; și nu eram decît în anul 1500 î.e.n. ! Săpăturile au revelat conducte din piatră și teracotă care preluau apa de pe acoperișuri și terase către jgheaburi de scurgere. O latrină era conectată la un canal colector și un bazin folosea la strîngerea apei de ploaie. Conductele sfîrșeau în geometrie conică, astfel că se puteau îmbina una în alta, ajungînd la un parcurs de cîțiva kilometri.

Tot din mărturii arheologice aflăm că și orașele antice grecești dispuneau de instalații asemănătoare.

În secolul al VI-lea î.e.n. Roma dispunea de o rețea extinsă de ape uzate. Reziduurile erau colectate de unele canale de dimensiuni mai mici și deversate în altele mai largi denumite „cloaca maxima". Cîteva mai există și astăzi, uimindu-ne cu îndrăzneala lor de a înfrunta timpul și defolierea poluării. După căderea imperiului, timp de secole, nu s-au mai făcut decît mici îmbunătățiri locale.

În evul mediu, problema reziduurilor a fost mai simplu rezolvată datorită obiceiului timpului de a azvîrli toate dejecțiile în stradă. Deși autoritățile emiteau legi, lumea și-a văzut mai departe de deprinderile ei. Nici o ameliorare nu s-a simțit pînă în 1740, cînd aceste obiceiuri neigenice au fost abrogate.

În 1513, o lege comunală decretată în Paris prevedea ca fiecare casă să dispună de o latrină proprie, în timp ce în 1773 se hotărăște ca palatul regal să nu dispună de nici o latrină ! În sfîrșit, după 1800, fiecare casă adăpostea o latrină.

Către finele secolului al XVIII-lea apare și closetul cu apă, însă într-o formă rudimentară. Sir John Harrington descria și el un asemenea aparat în cartea sa *The Metamorphosis of Ajax* (Metamorfozele lui Ajax),

publicată în 1796. Modelul sfîrșitului de secol romantic XVIII era de cele mai multe ori construit nu într-o incintă închisă și era legat printr-o conductă neventilată direct la o hazna, devenind, mai degrabă, o sursă de infecții chiar față și de predecesorul său. Gazele nocive din puțul de decantare irumpeau în casă, haznaua fiind construită în fundație. Pentru înlăturarea neajunsului odorizant, bazinul captator conținea un închizător hidraulic. Primul patent a fost cel obținut de John Gaillaiat în 1782 pentru „inventarea unui mecanism cu totul nou... o trapă de duhoare ce va elimina în întregime dezagreabilul miros din canalele de drenaj și de ape uzate."

Cu toate acestea a trebuit să treacă mult timp pînă să se găsească o soluție satisfăcătoare de conectare a closetelor la canalele colectoare. Din Anglia victoriană răzbătea o nouă soluție prin utilizarea unei canalizări separate a produselor umane și a apelor reziduale din băi și lavoare. O serie întreagă de acte și normative publice au împiedicat soluționarea tehnologică a impasului pînă aproape de mijlocul secolului al XIX-lea.

Evoluția closetului cu apă nu reprezintă un domeniu rușinos de tehnologie, ci, mai degrabă, un etalon al înțelegerii oamenilor de a se folosi de binefacerile civilizației. Inginerii englezi Harrington, Cummings, Bramah nu prea apar în dicționarele „ortodoxe" cu astfel de realizări. Bramah este celebru pentru presa sa hidraulică și necunoscut pentru modelul de closet cu apă lansat în 1778. Noroc că geniul inventatorilor nu cunoaște eufemisme !

Tipurile, dimensiunile și formele conductelor au creat o adevărată industrie. Canalizarea unei locuințe consta dintr-o țeavă de gresie, cu diametru mic, netezită, ce deversa într-o conductă mai mare sau într-un mic canal de cărămidă de sub stradă. De aici, reziduurile se alăturau canalului colector general. Țevile din gresie s-au dovedit, de la început, nesatisfăcătoare, nu atît pentru defectele de manufacturare, cît pentru imprecizia de îmbinare. Astăzi ele sînt așezate într-un pat de beton și etanșate cu același material. Începuturile le-au găsit așezate direct pe pămînt și etanșate cu argilă. Frecvent, îmbinările crăpau și se produceau scurgeri neplăcute. Asemenea neajunsuri ridicau considerabile controverse, deși în sprijinul canalizării lupta Sir Edwin Chadwick, marele reformator englez

al instalațiilor sanitare. În Anglia, tuburile de canalizare din cărămidă se încadrau în diametre de la 0,05 m la 0,3 m și chiar mai mult. La Paris, cele mai mici tuburi aveau diametre între 0,125 m și 0,150 m și erau late de 0,05—0,075 m. Pentru canalizări locale, unde debitul nu era constant, s-au dovedit mai eficiente tuburile cu secțiune ovală și îmbinări conice. Motivul era că în perioadele secetoase, cînd debitul scădea, această formă producea o viteză mai mare de scurgere, deci un drenaj mai bun. Creșterea secțiunii oferea posibilitatea unei canalizări optime a apei pluviale și un acces facil pentru lucrătorii de întreținere. Conductele periferice, caracterizate de un debit aproape constant, rămîneau de secțiune circulară, căci manufacturarea se dovedea mai economică.

Reîntorcîndu-ne în timp, de exemplu pe valea Indusului, la Mohenjo Daro în Pakistan, nostalgia retro ne voalează exprimările tehnologice actuale. Acolo s-a descoperit un sistem de canalizare pentru un întreg oraș, cu canale colectoare, bazine de decantare, scurgeri pentru apele de ploaie. Casele mari, cu cîte 2 nivele, dispuneau de băi, fîntîni și chiar instalații de canalizare. Era către amurgul mileniului al III-lea î.e.n. ! Dacă ar fi să-l citățm pe istoricul britanic Arnold Toynbee :

„Curba umană începe în perioada inventării metalurgiei, a dirijării apei prin drenare și irigații și a artei scrisului" ar însemna să-l și contrazicem tot prin propriile lui cuvinte : „curba creșterii dimensiunii orașelor este tot atît de orizontală ca și curba creșterii potențialului tehnologic în cursul primului milion de ani din existența omenirii... Deosebirile dintre orașele mecanizate, contemporane cu revoluția industrială, și toate orașele de tip mai vechi sînt deosebiri de grad, nu de gen, deși aceste diferențe de grad sînt în realitate atît de mari, încît ajung să echivaleze diferențe de gen".

Mai degrabă s-ar putea afirma că evoluția tehnologică a instalațiilor sanitare a salvat conceptul de tranzistență a umanității, în contextul orașului mondial, fără a se omite posibilitatea ca partea curbei să înceapă cu mult în spate, poate sub lespedea de la Baalbek !

ÎNSEMNĂRI PE MARGINEA UNUI MANUSCRIS

August, 26, 1346. La Crécy armata franceză suferă o înfrîngere categorică din partea englezilor conduşi de tînărul rege Eduard III. Englezii, folosind o nouă tehnologie de luptă întemeiată pe folosirea arcaşilor, sprijiniţi de pedestrime, surprind greoaia cavalerie franceză. Se apelează, pentru prima dată în Europa, la armele de foc. Documentele vremii situează astfel de încercări şi mai devreme, dar nu în mod organizat ca la Crécy. În 1360 se consemnează şi primul accident, explozia unei pulberării la Lübeck, în Germania. Cinci ani mai tîrziu, Frederick din Meissen verifică succesul experimentării unei „cutii" explozive la un asediu, iar peste alţi 5 ani, ducele Magnus de Braunschweig foloseşte pentru asedii catapulte cu proiectile încărcate cu pulbere.

Pulberăriile se risipesc ca ciupercile în toată Europa. Unităţi atestate funcţionau deja în Germania, la Augsburg în 1340, la Spandau în 1344, la Liegnitz în 1348. Cu cîtva timp mai înainte se certifică prezenţa tunurilor în cîteva bătălii, la Baja în 1325, la Alicante în 1331 şi la Tarifa în 1340.

Bilanţurile anului 1346 ale oraşului Aachen reţin pentru posteritate cîteva evaluări privind armele de foc. Le reîntîlnim la Nürnberg în 1356, la Erfurt în 1362 şi la Frankfurt pe Main în 1368. În toamna anului 1445, Ioan de Hunedoara recucereşte de la turci cetatea Giurgiu, cu ajutorul unei flote burgunde şi papale, şi al unui corp de oaste condus de Vlad Dracu. Cu acest prilej se menţionează, pentru prima dată, întrebuinţarea armelor de foc în România.

Dar armele de foc, atît tunul cît şi racheta, sînt finalizări tehnologice în utilizarea pulberii. Pulberea, sau praful de puşcă, a fost primul agent motric al proiectilelor, dar şi primul generator de aprindere a jocurilor de

artificii. Existența sa s-a dovedit a fi de mare importanță în evoluția tehnologiei, influențînd apariția și proliferarea unor importante domenii ale științei și tehnicii ca balistica, pirotehnia, chimia explozibililor și tehnica rachetelor. Era cunoscută și în România încă de la începuturile utilizării sale, însă calea de acces a fost alta decît pentru restul continentului. Pe cînd astăzi se acceptă unanim traiectoria iberică a pătrunderii pulberii în partea occidentală a continentului, la noi, penetrația s-a produs prin țările balcanice, venind de la turci. Cele 20 de tunuri pe care le-a întrebuințat Ștefan cel Mare la Podul Înalt au lucrat cu pulbere locală, fiind asigurate pentru cîte 7 lovituri de fiecare piesă.

Tehnologiile de fabricație au fost subordonate utilizării sale, ce îi solicită însușirile prin simplă ardere sau prin explozie.

Multe secole, redescoperirea europeană a pulberii a fost atribuită călugărului bernardin Berthold Schwarz și aceasta datorită multor referiri despre el, care nu pot fi argumentate critic. Chiar și Conrad Haas scrie pe prima pagină a manuscrisului său : „Fabricarea pulberii și tunurilor pentru împușcat în sprijinul grozavei tiranii au fost găsite de către Berthold Schwarz, un maestru al alchimiei...“ Călugărul benedictin german Berthold Schwarz a trăit între anii 1310—1384. Alții atribuie invenția călugărului franciscan englez Roger Bacon, datorită rețetei dată într-o scrisoare din anul 1247 și care probabil că se referă la pulbere. Cercetările ulterioare au spulberat asertiunile fals încetățenite, neizbutindu-se stabili cu certitudine autorii și locul unde a fost, pentru întîia oară, inventată pulberea. În acest sens, pulberea are aceeași origine anonimă ca și cea a roții sau a navei. Necesitatea spirituală de a avea un început, a făcut ca ea să fie atribuită, pe rînd, unor personalități semilegendare ale epocii. Folosința pulberii se pierde în negura timpului. Izvoare variate amintesc prezența ei în China antică, la arabi și la bizantini, cu mult înainte de a fi întrebuințată în Europa. Amestecind salpetrul cu praf de pucioasă și cărbune, chinezii obțineau *huo-yao* sau *doctoria de foc*, ce o utilizau ca materie primă pentru focurile de artificii. Dacă ar fi să-i dăm crezare lui Amiot, aceștia ar fi cunoscut pulberea încă de la începutul erei noastre, deoarece o

utilizase Gun Ming, care trăise pe vremea aceea. Amiot ne lasă și o primă descriere tehnologică de fabricație, scriind că : „pentru a face ca pulberea ce împinge racheta să urce foarte sus trebuie luate la o uncie de salpetru, trei zecimi de uncie de sulf, patru sutimi de uncie de miduoxing și trei zecimi de uncie de cărbune..." Există o incertitudine în faptul că nu se deține nici o dovadă cum că termenul chinez pe care Amiot îl traduce prin pulbere nu ar exprima doar numele unei mixturi incendiare.

Cel mai vechi document istoric cunoscut, dar mai ales sigur, este cel referitor la asediul mongolilor asupra orașului Kaifeng, în 1232, cînd ei întrebuințaseră pulberea. Și cu toate acestea, celebra enciclopedie chineză *Wu-li-Xia* afirma, în anul 1630, că pulberea provenea de la „străini". Să fi fost oare arabii ? Există și o origine indiană a pulberii, dar ea nu a putut fi atestată prin documente istorice certe.

Sînt și unele păreri autorizate care susțin o pretinsă proveniență arabo-bizantină. De necontestat, însă, este faptul că arabii cunoșteau și utilizau pulberea în a 2-a jumătate a secolului al XIII-lea, denumind-o abia după aceea cu numele salpetrului. Schimbul reciproc de informații în cadrul contactelor stabilite cu imperiul bizantin se pare că le-ar fi conținut și pe cele privitoare la pulbere. Lumii bizantine îi aparține un personaj faimos, Marcu Grecu, care a deținut un rol de seamă în dezvoltarea pirotehniei. În lucrarea sa *Liber ignium ad camburendos hostes* dezvăluie nu numai secretul focului grecesc, ci și pe cel al pulberii. Focul grecesc era un mijloc de luptă a cărui paternitate o atribuie lui Kallinikos, mare constructor la Heliopolis, în Siria. Acesta l-ar fi descoperit în 673, și avea o compoziție din sulf, sare, rășină, asfalt calcaros etc. Era lansat prin sifoane, oarecum asemănătoare aruncătoarelor de flăcări de astăzi. Printre focurile de război descrise se află și un „foc zburător". Mixtura era realizată din : 1 livră de ulei de petrol, 6 livre de măduvă de *cuma ferula*, 1 livră de sulf, 1 livră de grăsime de berbec și ulei de terebentină după necesitate.

Lucrarea sa, citată de Bacon și Albert cel Mare, a constituit referința pentru toate textele pirotehnice europene dinainte de al 2-lea sfert al veacului al 16-lea și, uneori, chiar și mai tîrziu. Materialul conține certe inci-

denţe arabe şi din acest motiv există unii autori care îl contestă pe Marcu Grecu, atribuindu-i autoritatea unui anonim spaniol care, la rîndul lui, l-a lucrat după unele izvoare arabe, între anii 1240 şi 1300.

Menţiunile documentare legate de fabricarea pulberii în Ţara Românească sînt reprezentate de cererea lui Vlad Ţepeş, din iarna anului 1445, către braşoveni : „şi să ne daţi ca să facem praf". O dată cu primele pulberării din Transilvania apar şi ierbăriile sau prăfăriile în Ţara Românească. Pulberea fabricată era neagră, făinoasă, obţinută după diverse reţete empirice cu ajutorul unor rîşniţe manuale. Cărbunele utilizat provenea din lemn de tei ori brad, distilat în vase de pămînt. Manuscrisul lui Conrad Haas menţionează, pe lîngă reţetele sale originale, şi altele, atribuite de unii autori lui Hans Haasenwein, în comparaţie cu alte proporţii de amestec practicate în occident.

În *Cartea focurilor de artificii* sînt prezentate mai multe mixturi, dintre care mai uzuale erau 3. Dozarea amestecului : sulf, cărbune, salpetru în diferite proporţii evidenţiază cunoştinţa dozării în scopul obţinerii efectului dorit, adică, mai pe larg spus, forţa de detonaţie a pulberii era dictată de proporţia de salpetru. De asemenea, efectul se putea îmbunătăţi dacă pulberea, înmuiată în oţet, aglomerată şi apoi uscată, era sfărîmată în bulgări. De fapt, procedeul constituia un pas tehnologic spre descoperirea pulberii granulate.

Procesul tehnologic, pus la punct în secolul al XVI-lea, pentru prepararea unui salpetru curat consta în dizolvarea salpetrului impur în apă curată şi lăsat să depună. Apoi se trecea la decantarea soluţiei, filtrarea şi evaporarea, atunci cînd se forma pe lichid o peliculă. Întrerupînd încălzirea, după circa 24 de ore apăreau în soluţie cristale, care erau separate şi supuse la o serie de recristalizări în vederea eliminării sării. Materia minerală obţinută era introdusă într-un recipient metalic şi pusă la copt. Procesul de coacere decurgea într-un cuptor cu foc moderat, crescut mereu pînă se forma un fum. Prin evaporare, substanţa minerală devenea albă. Operaţiile se efectuau cu agitare mecanică. O dată obţinută, substanţa albă era din nou dizolvată în apă şi remineralizată.

Tehnologia descrisă de Haas este preluată de Fr. Griselini şi M. Fassandoni, în *Dizionario delle Arti e de*

Mestieri, publicat la Veneţia în anul 1773... După descrierea purificării salpetrului, Haas stabileşte însuşirile calitative ale celorlalţi ingredienţi ai pulberii, cărbunele şi sulful, pentru primul recomandîndu-l, în special, pe cel din lemn de tei, deoarece acel cărbune se putea măcina foarte fin. Un asemenea cărbune era recomandat şi de vechii pirobolişti pentru obţinerea unei pulberi de calitate. Trebuia un cărbune mare, din lemn fără noduri, bine ars, ce să se spargă uşor, de culoare vie, omogenă. Pe cînd vechii chinezi alegeau cu predilecţie lemnul de salcie, pirobolistii europeni alegeau cel mai des lemnul de tei. Autorul recomandă şi încercările calitative pentru sulf. El preconizează ca probă o încercare empirică, aproape clasică. Pentru compoziţiile pirotehnice se recomandă utilizarea sulfului comun, turnat în bare lungi, de culoare galben-deschis, uşor, casant, strălucitor în spărtură şi, uneori, cristalizat, sau a sulfului viu, definit ca o răşină grasă şi argiloasă, amestecate cu vitriol.

Conrad Haas dă, în manuscrisul său, sute de formule tehnologice pentru pulbere, cu precizii deosebit de specializate. La aşa ceva nu putea să conducă decît experienţa sa în domeniu. Iată cum îşi defineşte el materialele cu care îşi sfătuieşte cititorii să-şi umple rachetele : „Ia, înainte de toate, o jumătate de funt de praf de puşcă bine granulat şi mai mult de o jumătate de funt de pulbere pentru tunuri ; cu acestea se face cel mai bun material. Poţi să faci şi un alt amestec, foarte bun şi el, luînd un funt de pulbere şi doi loţi de sulf". Este de reţinut că această compoziţie constă de fapt dintr-o pulbere obişnuită a cărei forţă explozivă e mărită printr-un sensibil adaos de sulf. În continuare, redă tehnologia de umplere a rachetei cu pulbere şi de preparare a amorsei de detonare : „Trebuie însă observat ca în cele din urmă să rămînă, totuşi, un spaţiu neumplut, de grosimea unui deget mare. Pune apoi strungarul să-ţi strunjească dintr-un lemn tare plăci rotunde de înălţimea unei lame de cuţit ; aceste plăci să aibă feţele foarte netede şi o lăţime potrivită exact pe măsura deschiderii rachetei. În mijloc ele trebuie să aibă şi un orificiu de mărimea orificiului de aprindere de la o gură de foc... Aceste plăcuţe poartă în limbajul artificierilor denumirea de şlag. Ia deci un asemenea şlag şi aşează-l în rachetă pe materialul de umplutură. Ia apoi

bătătorul și bate-l puțin ca să fie bine așezat. După aceea ia praf de pușcă bine granulat și umple restul rachetei cu el, înfundînd cu bățul apăsat deasupra și lăsînd un gol cam cît grosimea a patru lame de cuțit pentru ca să poți astupa racheta. Pentru aceasta este necesar să îndoi cu latul unui cuțit straturile rachetei spre înăuntru și să apeși bine deasupra cu bățul de împins. De asemenea trebuie să bați cu bătătorul. Cu aceasta racheta este gata. Faci apoi o nuia dintr-un par drept din lemn de brad — despici din acesta o nuia așa după cum se crapă el singur, lungă cam cît de șapte ori lungimea rachetei. — Nuiaua să fie bine proporționată și ascuțită la capăt. Grosimea nuielii o poți determina cîntărind-o prin balansarea pe un deget sau pe muchia unui cuțit, așa cum vei vedea că se face în cele ce urmează. Este nevoie numai să ai grijă ca nuiaua să fie întreagă și să nu aibă crăpături pe toată lungimea ei. După ce ai confecționat nuiele de acest fel, alege una și leagă, cu o sfoară, la capătul ei gros o rachetă, cu orificiul de aprindere orientat spre partea ascuțită a nuielii. Trebuie avut grijă ca nuiaua să fie bine legată, în așa fel încît să nu se miște în nici o parte. Apoi, după ce ai legat bine nuiaua de rachetă, iei tot ansamblul și îl pui în cumpănă pe un deget sau pe spatele unui cuțit, alegînd ca punct de susținere un loc situat îndată sub orificiul de aprindere. Dacă se cumpănește bine, adică stă orizontal, înseamnă că nuiaua are greutatea potrivită ; dacă însă este prea grea, atunci să nu tai din grosimea ei, așa ca lungimea să rămînă aceeași. Așadar, după ce ai făcut toate acestea, adică ai umplut bine racheta, ai închis-o așa după cum ți-am indicat, ai legat-o cu sfoară de nuia și ai cîntărit-o, atunci ai cea mai bună rachetă..." O precizare, nuiaua era coada de lemn ce se punea în mod obișnuit rachetelor pentru a le asigura echilibrul.

Se remarcă metoda, încă empirică, de control al procesului de fabricație a rachetei prin cumpănirea pe un suport orizontal, de regulă degetul sau cuțitul. Dar nu este mai puțin adevărat că metoda era preconizată pentru rachete simple cu coadă, a căror greutate trebuie să se afle într-un anumit raport cu celelalte dimensiuni ale corpului rachetei. Paragraful citat mai sus este, mai mult decît orice, o organizare tehnologică de proces de producție. De reținut ar fi și compoziția pe care o indică

Conrad Hāas drept lichid incendiar, a cărei rețetă este redată în fila 300 a manuscrisului, fiindcă în alcătuirea ei intră și petrolul.

Tehnologiile descrise de el au constituit realizări de excepție, care prin poziționarea desfășurării lor au reprezentat etape de neocolit în istoria tehnologiei din România, necunoscute pînă acum 15 ani, cu nimic mai prejos decît tehnologiile similare din țările europene avansate. Dimpotrivă, pentru prepararea cărbunelui necesar rețetelor de pulbere, Conrad de la Sibiu avansează unele procedee de vîrf în acea epocă, care se regăsesc mai tîrziu la baza modernizării procedeelor de mangalizare, practicate în anii secolului al XVIII-lea. În 1789, J. Beckmann prezintă cel dintîi proces tehnologic rațional organizat al mangalizării, în care o conducere corespunzătoare a focului permite obținerea unor cantități mai mari de cărbune de calitate omogenă.

Considerînd fabricația pulberii ca un ansamblu tehnologic unitar, de la prepararea ingredienților pînă la controlul produsului finit, compatriotul nostru se mărturisește, în mod implicit, un adept al lui Paracelsus, cel care în peregrinările sale, între anii 1529 și 1531, ajunge și în Transilvania. El fusese acela care introdusese în chimia vremii necesitatea controlului calitativ și pentru îmbunătățirea procesului tehnologic pe întregul parcurs al acestuia. Înainte de apariția lucrării *De la pirotechnia* a lui Biringuccio (1540) și după acea dată, singura probă elocventă a controlului zațurilor — pulberi grosiere — era lovitura de tun. Introducerea practicii analizei în tehnologia curentă nu și-a făcut intrarea decît după răspîndirea tezelor chimice ale lui Johanes Becker la începutul secolului al XVIII-lea, fiind statuate definitiv în tehnologia europeană prin difuzarea tehnologiei lui Beckmann și a altor lucrări de notorietate. Asigurînd analizei și acest rol, chiar dacă nu era un progres deosebit în interpretarea fenomenului chimic al exploziei, Conrad Hass ne apare, dacă nu tot un precursor, cel puțin un protagonist al vremurilor sale. Comparînd procesul tehnologic indicat de el cu celelalte la modă, încercăm o satisfacție de înaintași în colbul tehnologic stîrnit de occidentul modern.

O revoluție în... vîrful picioarelor

Industria chimică este cea mai polivalentă dintre toate industriile. Operează cu cel mai mare număr de materii prime, iar produsele ei sînt absorbite de mai toate industriile. Chimia a jucat un rol fundamental în dezvoltarea practică a fiecărei ramuri tenologice : metalurgie, textile, sticlărie, fabricarea săpunului, agricultură, pentru a numi cîteva dintre ele. Procesele tehnologice chimice imaginate pot fi împărțite în 4 mari grupe : 1. tehnologii de ardere utilizate în metalurgie, industria sticlei și a olăritului ; 2. tehnologii de purificare prin cristalizare, utilizate în producerea sării și a zahărului ; 3. tehnologii de distilare ; 4. tehnologii de tratare a gazelor. Aceste procese tehnologice au îndreptat industria chimică spre procedeele sofisticate ale secolului al XX-lea.

Tehnologiile de ardere au o vechime milenară, ele concentrînd primele observații care au condus la elaborarea legilor chimice. Transformarea malahitului verde în cupru metalic roșu și arderea argilei cenușii pentru a obține ceramică roșie autentifică 2 exemple clasice unanim recunoscute pentru vetusta lor existență. Anticii cunoșteau 6 metale, dar aceasta nu însemna metalurgie, căci definiția nu înglobează numai tehnologii de ardere pe care industria le-a moștenit. Manufacturarea sticlei și a argilei s-a răspîndit din China pînă la Baltica, existînd destule exemple care să ateste un înalt grad de competență. În făurirea produselor nu era de ajuns ca meșteșugarii să observe transformarea materiilor prime ci trebuiau să aibă și cunoștințe de prospecțiune, de selecție : cenușa de plante furniza substanțele alcaline, nisipul furniza siliciul, iar argila, proprietățile reologice. Cu toate acestea, abia peste secole ei au putut înfăptui o organizare industrială. Era nevoie de substanțe tanante, ceea ce reclama cunoașterea sărurilor de aluminiu, precum și de producerea și întrebuințarea de substanțe decapante și coloranți. Un rol determinant l-au jucat și experiențele iatrochimiștilor, al căror subiect era descifrarea medicinii. La începutul secolului al XVIII-lea, aceștia, împreună cu alchimiștii, acumulaseră o multitudine de cunoștințe îngrămădite într-o teorie nebuloasă, incapabilă să dețină un rol determinant în dezvoltarea tehnologiei chimice. Un exemplu : obser-

vaţiile lui J. R. Glauber asupra rezistenţei plumbului la atacul acidului sulfuric, utilizate de J. Roebuck la producerea acidului sulfuric în Anglia anului 1746. Observaţiile lui Glauber pot fi considerate ca importante.

Printre substanţele care au dobîndit notorietate în revoluţia chimiei putem considera soda şi potasiul, substanţe alcaline slabe, derivate din cenuşă vegetală sau din depozite geologice naturale. Aceste alcalii puteau fi de asemenea recoltate în procesele de coroziune sub acţiunea oxidului de calciu. Prin interacţiune cu grăsimi ori uleiuri generau săpun, a cărui manufacturare, laolaltă cu cea a sticlei, poate fi socotită un index de emergenţă a industriei chimice. Producţia de sare şi piatră acră trebuie privită similar, luînd în considerare tehnologiile de purificare prin recristalizare, cum tot aşa trebuie considerată şi producerea zahărului.

Purificarea sulfului şi arsenicului reclamă cunoaşterea sublimării, întocmai şi producerea sării amoniacale. În 1721, G. Roth publică o listă cu substanţele cunoscute la vremea aceea. „Fituica" aceea ne-a ajutat mult în cunoaşterea finişului secolului al XVIII-lea.

Se cunoştea a se produce alcool prin fermentaţie şi izolarea sa prin distilare. Mai mult, se realizase şi faptul că fermentaţia îndelungată genera acid acetic, ce împreună cu acidul citric erau întrebuinţaţi în industria textilă. Glauber intuise faptul că acizii produşi din distilarea lemnului prin fermentaţie erau identici.

Extinderea cunoştinţelor tehnologice la începutul primei revoluţii industriale s-a datorat publicaţiilor apărute, ca de exemplu *De re metallica* a lui Georg Bauer, editată la Basel în 1556, şi *Alchemia*, publicată de Andreas Libavius la Halle în 1597, ori *Elementa chemiae*, concepută de Hermann Boerhaave în 1712.

Acestor lucrări le adăugăm altele, pe care istoricii britanici A. Clow şi N. L. Clow le consideră strict de tehnologie. Prima ar fi *De la pirotechnia* a lui Vannocio Biringuccio din Siena, ce a apărut în 1540 şi este remarcabilă prin independenţa faţă de influenţele alchimiste. A doua este cartea despre artele tinctoriale, publicată de Rosetti din Veneţia, tot în 1540. Europa secolului al XVI-lea recepţiona noi coloranţi, datorită descoperirii Americii şi a rutei oceanice spre Est, precum şi datorită

dezvoltării de noi tehnologii de fixare cu mordanți de fier, aluminiu sau staniu. A treia este *Art de terre* a lui Bernard Palissy, 1580, iar a patra, *De arte vitraria*, publicată de Antonio Neri din Florența în 1612. Nu numai aceste exprimări indică expansiunea și acumularea cunoștințelor tehnologice, dar o dată cu fondarea, în 1660, a *Societății Regale* din Londra, avem certitudinea că timpul a maturizat organizarea cunoștințelor naturale.

Folosirea cărbunelui ca substituent pentru mangal a fost un factor dominant, atît în revoluția mecanică, cît și în cea chimică, în secolele al XVIII-lea și al XIX-lea. În manufacturarea sticlei utilizarea cărbunelui a condus la închiderea părții superioare a cuptoarelor, conducînd la fabricarea sticlei flint, mai ușor de topit în cuptoare acoperite. În ceramică a dus la fabrirea porțelanului.

Sticlarii au rezolvat problema combustibilului prin aceea că potasiul, prezent în rășina reziduală lemnoasă, era un ingredient esențial pentru sticlă. De asemenea și în industria săpunului, alaunului și salpetrului. Mai tîrziu, amestecat cu sulf și alți ingredienți, a furnizat explozibili pînă la mijlocul secolului al XIX-lea. Se observă că mineritul, metalurgia și variante ale altor industrii au devenit competitive pentru a înlesni înlocuirea lemnului, dominînd dezvoltarea tehnologică a secolului al XVIII-lea.

Problema combustibilului a ocupat, oricum, numai jumătate din bătălia pentru tehnologie. După cum am menționat, cenușa vegetală a suplinit cu succes necesitățile manufacturiere. Ca o alternativă la depistarea unui înlocuitor al mangalului a fost găsirea unor înlocuitori ai alcaliilor naturali. Cînd cazul a devenit rezolvat, către finișul secolului al XVIII-lea, industriile care utilizau substanțe alcaline au constituit nucleul întregii industrii chimice, situație perpetuată pentru încă 50 de ani.

Emergența industriei europene, îndeosebi în Anglia, reclama o cantitate tot mai mare de substanțe săruri, îndreptînd atenția tehnologilor spre căile posibile de soluționare. Dintre acestea, 4 merită a fi menționate : 1. organizarea importurilor ; 2. mărirea producției de cenușă vegetală ; 3. producerea de alcalii din materiale neexploatate pînă atunci, precum algele marine; 4. sinteze. Timp de aproape un secol, de la 1730 la 1830, cea de a 3-a posibilitate a întrunit cea mai mare participare în

economia britanică, fiind înlăturată de soda fabricată, în cantități suficiente, după procedeul *Leblanc*. Fundamentarea și ascensiunea industriei alcaliilor a simbolizat tranziția de la o industrie bazată pe cunoștințe meșteșugărești la o industrie bazată pe cunoștințe de chimie. Acest eveniment semnificativ a avut loc în a 3-a decadă a secolului al XIX-lea, dar antecedentele se întind pe o jumătate de secol înapoi. Încă ceva, în timp ce produsele principale erau alcaliile, în același timp ele erau absorbite de industria coloranților și revoluționate. Noi astfel de produse au avut un efect binefăcător în producția hîrtiei din cîrpe. Justus von Liebig a descris sinteza sodei ca un fundament al tuturor ameliorărilor domestice.

Destul de devreme, în 1737, H. L. Duhamel-Dumonceau, un artizan al multor îmbunătățiri tehnologice, lucra la un procedeu ce a constituit baza industriei secolului al XVIII-lea. Nu după multă vreme, Joseph Black din Edinburgh a publicat rezultatul experimentelor sale, în care revela clar tangența alcaliilor slabe și caustice. Asociază la experiențele sale pe John Roebuck, pionierul manufacturării acidului sulfuric, și pe James Watt. Cît de pline de succes au fost acele încercări nu știm. Știm doar că Black și asociații săi ar fi vrut să se lanseze în producție industrială, dar că le-au lipsit fondurile pentru achiziționarea sării. Totuși, în 1771, și-au unit forțele pentru a contesta brevetul acordat chimiștilor londonezi Alexander și George Fordyce. Cîștig de cauză a avut un al 3-lea, James Keir, care se consideră a fi acela care a sintetizat prima dată soda. În același timp, Pierre Theodore de Bruges, un fabricant de salpetru, a revendicat pentru el întîietatea echipării primei fabrici de alcalii. Referirile certifică importanța economică a obținerii prin diferite procedee tehnologice a substanțelor alcaline. Au mai obținut patente Richard Shannon, Bryan Higgins, John Gerard. O parte din aceste procese au fundamentat fluxul tehnologic imaginat, mai tîrziu, de Leblanc. Într-adevăr, în 1789, Anthony Bourboulon de Boneuil nominaliza sulfatul de sodiu și mangalul ca materiale primare deja în folosință în manufacturile de substanțe alcaline.

Pe continent, ca și în Anglia, atenția savanților era captată de posibila sinteză a sodei. Malherbe a conceput un proces de fuziune a sulfatului de sodiu, mangalului

și fierului. Guyton de Morveau și Carnay au fost atît de siguri de succes încît au și ridicat o fabrică la Croisac, în Picardia, la 1782. De la Métherie a încălzit sulfatul de sodiu și cărbunele în retorte închise. Athénas imaginase și el un alt proces. Și iată că, în 1787, apare Nicolas Leblanc, care definitivează procesul tehnologic ce va constitui nucleul industriei chimice moderne, vreme de un secol.

Leblanc a patentat tehnologia în Franța, în 1791, și a construit o fabrică la Dizé și o alta la Denis. Dar adierea revoluției l-a cuprins și pe Leblanc. Patronul său, ducele de Orléans, a fost decapitat, fabrica confiscată și un comitet, ca multe altele în vremea aceea, al Acamediei de Științe a decernat un premiu de 2 400 livre lui Malherbe și Athénas pentru definitivarea procedeului, dar nici unul nu a fost demn de acel premiu. Procedeul Leblanc a fost unic prin fundamentarea sa științifică.

Zic chimiștii că după cantitatea de acid sulfuric consumată de o națiune se măsoară activitatea industriei chimice în acea țară. De fapt, istoria chimiei se confundă cu cercetările pentru descoperirea acestui acid. Posedăm însemnări certe din prima jumătate a secolului al XII-lea, cînd Albert cel Mare, episcop de Regensburg, îl amintește în descrierile sale cu numele *spirt de vitriol* (sulfat de fier). Industria acidului sulfuric are două date marcante : 1666 și 1831. În 1666, Lefevre și Lemery produc prima cantitate de acid sulfuric tehnic prin încălzirea sulfului cu acid azotic. Fabrica lor de la Richmond, Anglia, a fost prima în care s-a folosit procedeul camerei cu plumb, cu toate că inventatorii lucraseră cu retorte din sticlă cu o capacitate de 300 l. Recipientele din plumb au fost introduse în 1745 la o fabrică din Birmingham, dar procedeul tehnologic rămăsese neschimbat. În 1831, o mare revelație industrială : Peregrine Phillips depune un brevet pentru producerea acidului sulfuric fără acid azotic. Se năștea procedeul de preparare denumit *prin contact*. Cele 2 procedee tehnologice își fac și astăzi concurență, ele nefiind contradictorii, doar paralele. Producția de acid sulfuric a fost justificată de amploarea industriei sodei sintetice.

În decursul secolului al XIX-lea, revoluția tehnologică din domeniul mecanicii a transformat radical producția de textile, printr-o serie întreagă de dispozitive ingenioase operabile într-un domeniu larg, datorită îmbunătățirilor

aduse de James Watt motoarelor cu abur. Dar evoluția nu ar fi fost spectaculoasă, dacă nu ar fi fost puse la punct, tot atît de repede, procesele tehnologice de finisare, de albire, de vopsire și de imprimare. Cel din urmă a beneficiat de introducerea *procedeului cilindric* de către Bell în 1785. Aș aminti și de primele două procedee revoluționare majore în tehnologia albirii : utilizarea acidului sulfuric în locul tradiționalei oerituri sau zară și descoperirea norocoasă a clorului de către suedezul C. W. Scheele, în 1774, și, cu totul independent, în 1785, de către C. L. Berthelot. Rezultatul a generat cea de a 2-a revoluție industrială în tehnica albirii, prin introducerea clorului în procesele industriale, mai întîi la Aberdeen, în 1787, iar apoi la Glasgow și Manchester. În Franța procedeul nu a avut un succes comercial, astfel că inventatorii au emigrat în Anglia. În 1787, Charles Tennant, un boiangiu din Darnley, a obținut un patent pentru producerea unui decapant realizat din clor și reziduuri de hidroxid de calciu (var stins). Tot el, între timp îmbogățit serios și devenit fondator de firmă, solicită și primește un al 2-lea patent pentru producerea unei pulberi uscate — clorură de var — ceea ce a simplificat enorm transportul. La fel ca și introducerea plumbului în manufacturarea acidului sulfuric și a producției de sodă din sarea obișnuită, apariția clorurii de var a fost o piatră de hotar în tehnologia chimică.

Introducînd noi tehnologii de vopsire, inevitabil s-au dezvoltat și noi utilaje, în special în domeniul textil. Un oarecare Grouse a fost primul care a înființat o imprimerie mecanică.

Între procesele tehnologice care au invadat începutul secolului al XIX-lea, demonstrînd o certă angajare științifică, trebuie menționat și cel al decolorării chimice controlate. Mai întîi, hainele erau vopsite uniform, iar apoi era aplicat desenul prin presare între plăci de plumb impregnate cu soluție de decolorare, pentru a deschide culoarea de fond în părțile desenate. Baticurile au cunoscut o asemenea tehnologie. Cînd a devenit tehnologică utilizarea componentelor pe bază de crom, în jur de 1820, acestea au fost adoptate pentru a crește eficiența efectului de culoare. Edward Baines, care s-a ocupat de istoria

industriei bumbacului, ne aminteşte de aceste structuri tehnologice de răscruce :

„Chimia ca ştiinţă a donat, în sfîrşit, facilitatea pentru perfecţionarea proceselor tehnologice, aşa cum ştiinţa mecanică a facilitat operaţiile de manufacturare".

Împreună, ele vor constitui dualismul ştiinţific capabil să genereze cercetarea tehnologică aplicată a secolelor următoare.

Mordansarea a fixat pentru totdeauna industria textilă în sfera tehnologiilor. Dar ce este mordansarea ? Nimic complicat ! Tratarea fibrelor textile cu substanţe chimice în scopul fixării coloranţilor fără afinitate sau cu afinitate foarte mică. Pe vremea aceea, mordanţii se fabricau din alaun — sulfat dublu al unui metal trivalent şi al unui metal monovalent — şi calaican — sulfat de fier cristalizat, solubil în apă — adăugînd, mai tîrziu, acetat de plumb, de fier şi de aluminiu.

Adîncind breşa cunoaşterii, cercetătorii secolului al XVIII-lea au oferit ideea sintezei unor noi mordanţi, ducînd la înlocuirea celor utilizaţi pînă atunci. Acidul pirolignos, adică oţetul de lemn, a luat locul berii acrite în producerea acetatului de fier, trebuincios imprimeriilor. Şi acetatul de aluminiu a fost substituit de sarea de plumb.

Dundonald a patentat, în 1781, o tehnologie de producere a gudronului prin distilarea fragmentată a cărbunelui, în etuvă. Importanţa acelei inovări se pare că o întrece pe cea a maşinii cu abur a lui Watt. Importanţa economică sau, mai bine zis, semnificaţia tehnologică a constat în născocirea unui produs alternativ ce elimina lemnul din competiţie. Abia acum putem vorbi de protecţia pădurilor, ori poate de 10—20 de ani, dar nu ne dăm seama că apariţia la timp, de-a lungul secolelor, a unor tehnologii alternative revoluţionare, ne-a ferit să „tundem" planeta şi să ne sufocăm în ploaia ultravioletelor.

În experimentele lui Dundonald, acei contemporani au văzut inflamarea vaporilor rezultaţi în timpul distilării. Prima utilizare practică a venit în 1785, cînd J. P. Minkelers a probat gazul de iluminat la Universitatea din Louvain. Pentru conceperea acelui produs, ca un beneficiu al marelui public, ar trebui să-i mulţumim lui Frederic Albert Winsor, deţinător a 4 patente privitoare la extrage-

rea acrului inflamabil din toate soiurile de substanțe de combustie.

În acele vremuri, aria largă a aplicațiilor industriei chimice nu fusese delimitată, dar cea mai mare parte a industriilor a devenit subsidiarele ei.

Sub jetul de apă, degetele noastre sînt dezinfectate de săpun. Introducerea acestui produs al civilizației n-ar fi fost posibilă fără tehnologia chimică. Dar industria fertilizatorilor artificiali — superfosfații — sau a chibriturilor ? C. W. Scheele a demonstrat că glicerina este un subprodus al reacției de saponificare. În 1797, d'Arcet, Lelièvre și Pelletier, iar mai tîrziu M. E. Chevreul, ne-au făcut să înțelegem, pentru prima dată, natura și reacțiile materiilor prime utilizate în industria săpunului. Expansiunea sa s-a conectat intim cu întreaga industrie chimică. Cheia succesului a rămas în continuare acidul sulfuric. Același lucru se poate mărturisi și despre dezvoltarea industriei fertilizatorilor. Guano a fost examinat pentru prima dată în 1850. La început, pentru a promova absorbția sa, era măcinat într-o granulație mare, dar după 1840 Justus von Liebig a sugerat creșterea solubilității prin amestec cu acid sulfuric. Încearcă John Bennet Lawes, în 1840 și 1841, și devine bogat. Manufacturarea superfosfaților avea cale deschisă.

În 1785, Carl W. Scheele a fost primul care a preparat fosforul, prin tratarea cenușii de oase cu acid sulfuric, utilizînd ca reductor mangal. Această simplă reacție de laborator a contribuit la inventarea unei lumînări cu fosfor, în 1871, și a unei brichete cu fosfor, în 1786. Neoferind siguranță în exploatare, aceste „binefaceri" au fost date uitării 40 de ani, pînă cînd Chancel, în 1805, realizează primele chibrituri chimice. Ele constau de fapt dintr-un tub metalic, împărțit în 2 compartimente. Primul conținea o mică fiolă cu acid sulfuric, iar celălalt niște bețișoare, unse la un capăt cu o pastă preparată din clorat de potasiu și zahăr. Acidul sulfuric stîrnea inflamabilitatea. Mai tîrziu se confecționează chibriturile cu fricțiune de către un anume John Walker din Stockton-on-Tess, avînd capetele acoperite cu mixtură de clorat de potasiu și sulfit de antimoniu. În 1825, Charles Sauria, un copil de 13 ani, adaugă la pasta din vîrful bețișoarelor fosfor. Profesorul lui de fizică, Bötger, „preluîndu-i" desco-

perirea, începe să fabrice chibrituri, dar după ce Schrötter descoperă, în 1847, fosforul roşu.

În tehnologia de fabricaţie a hîrtiei, introducerea clorului a făcut posibilă utilizarea zdrenţelor de in ca materie primă şi a fost tămbălău mare ! În 1792, Clement şi George Taylor au solicitat brevet, dar 4 ani mai tîrziu s-a dovedit că avuseseră înaintaşi pe J. A. Chaptal şi Joseph Black ! Şi, pe lîngă ei, Hector Campbell a realizat şi el un patent, tot în 1792. Bineînţeles, disputa se referea la procedeele chimice de albire şi nu la paternitatea cîrpelor. Aceasta este o prioritate a chinezilor, din jurul anului 100.

Primele fabrici de hîrtie au fost nişte mori în care se măcinau coji de dud şi cîrpe. Arabii au perfecţionat tehnologia, descoperind procedeul încleierii cu făină de orez şi gumă arabică. Putem afirma că revoluţia s-a desfăşurat „în vîrful picioarelor", deoarece ea a fost condiţionată, în primul rînd, de progresul industriei textile.

Tehnologia fabricării ţesăturilor din fibre vegetale sau animale include faze ca : uscarea, prin care se elimină scamele apărute la război ; lustruirea, în băi cu enzime pancreatice care atacă amidonul datorat fibrei ce înmagazinează apa ; pentru ţesături din bumbac este necesară şi curăţarea în baie alcalină, la temperatura de fierbere, ce absoarbe impurităţile—reziduuri lemnoase, grăsimi ; mercerizare, ce se execută în baie de sodă caustică pentru a reda strălucirea fibrei ; albirea, în baie de hipoclorat de sodiu, sau apă oxigenată, sau clorat, care redau albeaţa ; finisarea ; apretarea ; impermeabilizarea. Iată o mulţime de motive pentru a ne conştientiza pe de-a-ntregul de impactul chimiei cu revoluţia industrială a secolului al XIX-lea. Organizarea industriei chimice a început în secolul trecut, ca, după 1955, să devină industria prioritară în toate ţările.

ARHITECȚI ÎN LUMEA ABURULUI

Vă mai amintiți de Heron ? Mai bine zis, de jucăria lui, celebra „eolipilă" ? Nimic pînă în secolul al XVII-lea nu ne-a mai atras atenția asupra potenței aburului. Atunci, un grădinar francez, Salomon de Caus, a descris funcționarea unei fîntîni ornamentale cu ajutorul puterii aburului. Folosea un cazan prevăzut cu o țeavă deschisă la unul din capete, prelungindu-se înclinat spre fundul fîntînii. Conducta sfîrșea cu o duză prevăzută cu un robinet. Cînd presiunea aburului creștea, robinetul era deschis și permitea proiectarea unui jet de apă. Pentru repetarea demonstrației, cazanul era represurizat.

Giovanni Branca, un arhitect italian, a fost primul care a rațional posibilitatea imprimării mișcării motrice unei roți utilizînd energia aburului. În 1629 descrie stîngaci un fel de turbină cu contrapresiune lucrînd după acest principiu. Era conectată la punerea în mișcare a unui valț, prin intermediul unui angrenaj triplu de roți dințate. Proiectul era departe de realitatea industrială a acelei epoci astfel că a lîncezit pînă în secolul al XIX-lea.

Realitatea pistonului, creator de mișcare mecanică, intrase de mult în vederile inventatorilor de mecanisme convertoare de energie atunci cînd, în 1680, Christian Huygens sugera un mod de acțiune revoluționară : explozia internă. Un sort de pulbere exploda într-un cilindru deasupra unui piston ce revenea în poziția inițială datorită unei contragreutăți. Cine era sistentul acestui celebru „capitol de fizică" ? Nimeni altul decît Denis Papin, care va deveni, la rîndul său, celebru ca inventator al autoclavei și al supapei de siguranță în prevenirea exploziilor.

Papin realizase faptul că în cilindru rămînea gaz după explozie, împiedicînd realizarea unui vacuum satisfăcător, așa cum se aștepta Huygens. În 1690 se gîndește să folosească aburul ca agent de lucru. Mașina lui de atunci

consla dintr-un tub vertical, cu diametru de aproximativ 0,6 m, echipat cu un piston şi cu o tijă. Se turna o mică cantitate de apă la partea inferioară a tubului, care prin încălzire genera vapori ce ridicau pistonul spre partea superioară, unde era prins de un cîrlig. După răcirea şi condensarea vaporilor, tija pistonului era detaşată de cîrlig, iar acesta revenea în poziţia iniţială datorită presiunii atmosferice. Tubul îndeplinea 3 roluri : de cazan, de cilindru şi de condensator. Maşina lui Papin a demonstrat principiul, dar n-a fost practică niciodată. Oricum, el rămîne primul care a exploatat energia aburului pentru punerea în mişcare a unui piston într-un cilindru, fiind şi acela care a indicat ciclul de funcţionare pus în practică de Newcomen.

Necesitatea unor astfel de maşinării se dovedea utilă, în principal, la pomparea apei, şi de aceea toate patentele aveau acelaşi subiect.

O idee similară aceleia lui Papin pare să fi avut, chiar înaintea lui, Thomas Newcomen, care a înregistrat un succes incomparabil mai mare decît încercările anterioare. El a fost acela care a dat un caracter practic unor asemenea maşini. Maşina pe care a construit-o în 1712, avea cazanul mai mic decît un alambic de ţuică, generînd abur la presiune atmosferică. Admisia aburului la partea inferioară a cilindrului, poziţionat deasupra cazanului, producea mişcarea pistonului către partea superioară. Aburul, după destindere, era condensat de un jet rece de apă. Presiunea atmosferică obliga pistonul să revină în poziţia iniţială. Tija anexată pistonului transmitea mişcarea liniară grinzii unei pompe. Ciclul era reluat printr-o nouă admisie de abur. Ventilul pentru abur şi robinetul de injecţie erau, la început, probabil, acţionate cu mîna, dar, acordînd crezare unor descrieri din 1713, manevrarea se făcea automată, datorită unor „tacheţi şi cabluri". Nu deţinem nici o confirmare a acestei legende, aruncînd aceeaşi suspiciune asupra minunatei poveşti cu ibricul lui Watt.

Etanşarea cazanelor a constituit o problemă tehnologică demnă de luat în seamă. Ţevile de tun şi corpurile de pompă mai mari de 0,2 m puteau fi realizate satisfăcător, dar o cavitate mai mare de atît era încă o problemă. Iniţial, cilindrii se turnau şi se finisau interior cu abrazive. Pistoanele, însă, nu puteau fi ajustate foarte

bine, dificultăţile fiind eliminate prin montarea în partea de sus a fiecăruia a unui disc flexibil, din piele, păstrîndu-l uscat pentru a realiza vidul cerut.

Pe la 1725, maşinile lui Newcomen erau utilizate pe scară largă la pompare, în special în exploatările miniere, precum şi pentru absorbţia apei ca agent motric necesar morilor de apă. O gravură din 1726 desenează o maşină prevăzută cu un mecanism de supape acţionate de un ax cu came, şi, de asemenea, cu un dispozitiv de alimentare a boilerului cu apă din conducta de aducţiune a cilindrului. Nu deţinem informaţii dacă aceste îmbunătăţiri aparţin lui Newcomen sau altora. Dar ce importanţă are! Noile exprimări energetice se răspîndeau vertiginos pe continent. Au fost semnalate, în 1722, la Königsberg (azi Kaliningrad), în Ungaria şi lîngă Viena. În Franţa, prima maşină de acest fel a fost instalată într-o suburbie a Parisului pentru aprovizionarea oraşului cu apă direct din Sena. Newcomen a murit în 1729, văzîndu-şi maşinile în funcţiune în multe ţări europene. După moartea lui, dezvoltarea maşinilor sale s-a datorat unor oameni practici, „filozofii" părînd să le considere fără importanţă sau viitor. Primul inginer cu o pregătire ştiinţifică care şi-a revărsat harul asupra potenţei aburului a fost John Smeaton, faimosul constructor al farului de la Eddystone. Încă din tinereţe, a devenit interesat de maşinile lui Newcomen, pe cînd era cu familia în Yorkshire, şi a putut vedea un astfel de agregat în funcţiune la o mină. Mai tîrziu, va face o muncă birocratică de clasificare a tuturor maşinilor care le va identifica. În 1767 proiectează o maşină capabilă să înlocuiască tracţiunea animală la extragerea apei din New River, lîngă Londra, şi s-o ridice într-un turn de apă. Utilajul nu pare să fi dat satisfacţie deplină, astfel că, în 1769, construieşte în atelierul său particular o maşină experimentală cu un cilindru cu diametrul 0,25 m şi înălţimea de 0,95 m. Obţine de la Wiliam Brown o listă cu aproximativ 100 de astfel de maşini în funcţiune în nordul Angliei, cu specificaţia performanţelor pentru 15 dintre ele, avînd cilindrii cu un alezaj între 0,5 şi 1,875 m şi culege personal informaţii despre performanţele altor 18 agregate din Cornwall. Calculează bilanţul energetic şi socoteşte, pentru prima oară, necesarul de combustibil. În 1772 construieşte pen-

tru mina de la Long Benton o mașină cu un cilindru cu un alezaj de 1,3 m. Datorită îmbunătățirilor constructive și a prelucrărilor, în special alezarea cilindrului, instalația de la Long Benton putea furniza aproximativ 0,05 kgm/l. Era un remarcabil avans față de ceea ce se realizase pînă atunci. În 1775, Smeaton proiectează un cilindru cu un diametru de 1,65 m pentru instalația de inundare a docurilor de pe insula Kronstad, Rusia. În aceeași perioadă, construiește și cea mai mare mașină a sa — cilindrul avînd un diametru de 1,8 m — pe care o instalează la Chacewater, tot în Cornwall. Smeaton, cu cunoștințele sale acumulate de la Newcomen, a dublat eficiența mașinilor atmosferice cu abur, ridicînd performanțele lor la maximum posibil cu tehnologia vremii. Totuși acestea rămîneau destul de coborîte, în principal datorită pierderilor mari de căldură cauzate de folosirea cilindrului și drept condensator.

Limitele mașinilor de tip *Newcomen*, exceptînd utilizarea lor la pompare, erau destule. Inerent, o astfel de mașină cu simplă acțiune nu furniza nici o încredere în obținerea de lovituri percutante. Pentru a realiza o mișcare rotativă, ar fi trebuit echipată cu o bielă și cu un volant. În acest caz, grinda ar fi fost supraîncărcată înspre capătul axului, suficient pentru a produce mișcarea descendentă a manetonului care să apese în jos pistonul. O astfel de poziționare stîngace era întîlnită la ridicarea cărbunelui din abatajele puțin adînci, și va supraviețui și în secolul al XIX-lea.

În cursa dezvoltării tehnologice apare James Watt, al cărui geniu inventiv și științific produce o modificare fundamentală în mecanica și eficiența mașinilor. Fiul unui marangoz de la șantierele navale din Greenock, vine la Londra de tînăr pentru a învăța „glasul" instrumentelor de navigație. Se reîntoarce la Glasgow în 1757, găsind un post de manufacturier de asemenea instrumente la universitatea locală, unde își va construi și un atelier privat. În 1763 repară o mașină model *Newcomen*, aparținînd universității, pe care un „specialist" din Londra o defectase. Alezajul cilindrului era de 0,05 m, cursa pistonului de 0,125 m, iar diametrul boilerului de 0,175. Watt demonstrează consumul prea mare de agent caloric și-l atribuie pierderilor datorate conducției prin peretele cilin-

drului, a cărei suprafață de înfășurare era prea mare față de volum, comparativ cu mașini mult mai mari. Pentru a diminua pierderile, concepe un alt model, dotat cu un cilindru cu diametrul de 0,150 m și o cursă de 0,3 m. Experiențele decid cauza reală a consumului mare de abur : răcirea cilindrului prin injecție cu jet de apă la fiecare cursă. În timpul încercărilor descoperă, independent, căldura latentă, pe care cu toții am atribuit-o, în timpul liceului, lui Joseph Black, profesor de chimie la aceeași universitate.

Watt propunea crearea unui alt cazan pentru sursa rece, denumit condensator, sau a unei conducte de evacuare cu lungimea de 0,85 m ; era de preferat și utilizarea unei pompe în acest scop. Curînd după ce a dobîndit revelația acestei idei, a construit un model rudimentar ce a răspuns pozitiv aspirațiilor sale. El a înțeles că metoda de răcire practicată de Newcomen, cu jet de apă, trebuie abandonată, deoarece intra în conflict cu ideea de a păstra cilindrul cît mai cald posibil, iar în acest mod presiunea atmosferă nu mai avea același efect asupra pistonului.

A conceput o chiulasă prevăzută cu o deschidere și o garnitură pentru tija pistonului și a utilizat aburul, în loc de presiunea atmosferică, pentru mișcarea de revenire. A intuit că cilindrul poate fi menținut fierbinte, dacă i se aplică o manta, cu abur, rigidizată cu doage de lemn. Watt a construit nenumărați astfel de asemenea cilindri mari, după această concepție, și i-a experimentat variind mereu volumul de condensare. Cu toate acestea, i-a fost teamă că, în regim industrial, condensatorul nu ar mai fi dat același randament, datorită depunerilor reziduale din apă și a considerat că mai fiabilă era folosirea unui condensator cu injecție. Una din primele sale convingeri a fost și aceea de a cupla tija pistonului, de fapt biela de mai tîrziu, direct la brida pompei, dar înspre sfîrșitul vieții a optat pentru transmiterea mișcării alternative a pistonului prin intermediul unui ax ridicător, așa cum făcuse, de altfel, și Newcomen.

Cum Watt nu avea niciodată bani destui pentru a-și finanța invențiile, s-a adresat, prin intermediul lui Black, unui industriaș întreprinzător, pe nume John Roebuck, interesat în rezolvarea problemei drenajului în mine. La

sugestia acestuia din urmă va patenta, în 1769, istorica sa invenție *A new Method of Lessening the Consumption of Steam and Fuel in Fire Engines* (O nouă metodă de reducere a consumului de abur și de combustibil la mașinile cu foc). Elementul esențial, de noutate mondială, îl constituia condensatorul. Întorcîndu-se de la Londra, are ocazia să-l cunoască pe Matthew Boulton, un industriaș cu uzine în Soho, lîngă Birmingham. Acesta a devenit interesat, la rîndul său, de posibilitățile energetice oferite de mașinile lui Watt.

Multe evenimente fericite sau nefericite au pigmentat activitatea acestui geniu al aburului, care în 1775 a construit cel mai perfecționat model al său, ale cărui exemplare au intrat în funcțiune la mina de la Bloomfield și la forja de la New Willey. Această întreprindere aparținea lui John Wilkinson, celebru și el pentru brevetul din 1774 privitor la o nouă mașină de găurit țevile de tun. Numele lui John Wilkinson ne este mai aproape de „barbă", fiindcă patronimia sa asigură un succes comercial mondial lamelor de ras. Cu ajutorul acelei mașini de găurit, alezarea cilindrilor lui Watt a atins un înalt grad tehnologic. Consumul de cărbune s-a redus simțitor, la mai puțin de 1/3 față de celelalte mașini.

În modelul tehnologic al mașinii sale din 1788 apăreau cîteva noi caracteristici. Boilerul avea o suprafață de încălzire mai mare, cilindrul era protejat de o chiulasă, iar condensatorul, prin injecție, ajutat de o pompă de aer. Pistonul etanșa cavitățile cilindrului printr-o funie de cînepă încastrată într-un canal circumferențial și încercuită de un inel de etanșare fixat prin știfturi. Asistăm la prologul segmenților de astăzi. Dintr-una din laturile cilindrului pornea o galerie, la capătul căreia era o supapă de admisie ce atunci cînd era deschisă permitea accesul aburului deasupra pistonului. La capătul cel mai de jos al conductei funcționa o supapă de echilibrare, ce elibera aburul să treacă din spațiul din cavitatea superioară a cilindrului în cea inferioară, de sub piston. O a treia supapă, cea de evacuare, controla debitul aburului spre condensator. Toate cele 3 supape erau de tipul cu reazem în pantă, fiind acționate prin came.

Watt a fost îndemnat de Boulton să găsească un procedeu de a obține o mișcare de rotație, lucru care ar fi

lărgit cîmpul de aplicaţie a maşinilor sale. Vechea idee de a utiliza un arbore cotit condus de o bielă a irumpt şi la Watt, dar patentul i-a fost „subtilizat" de unul din lucrătorii săi. Litigiul declanşat nu i-a produs decît bătaie de cap şi l-a făcut să renunţe, mai ales că avea destule brevete care purtau numele său, iar în 1781 patentează alte variante. Unul dintre acestea, transmisia planetară, i-a fost sugerat de asistentul său William Murdock. În 1782, Watt brevetează alte două importante îmbunătăţiri. Prima năştea maşina cu dublă acţiune, ce devenea astfel capabilă să utilizeze de 2 ori puterea aceleiaşi încărcături de agent termic. A doua, bazată pe expansiunea aburului, permitea admiterea lui numai la începutul cursei, după care pistonul era condus numai de forţa de expansiune. Construcţia maşinii cu dublu efect impunea înlocuirea lanţului flexibil ce lega tija pistonului de grindă cu mecanisme capabile să transmită forţe în orice direcţie. Mai întîi, Watt s-a gîndit să prelungească tija pistonului cu o cremalieră ce angrena, prin intermediul unui arc dinţat, capătul grinzii. A fost un mecanism greoi, astfel că, în 1784, va breveta un altul, binecunoscut sub denumirea de „mecanism rectiliniu cu 3 bare", considerat chiar de el însuşi o capodoperă tehnologică. După cîteva luni a observat că putea dubla lungimea pîrghiilor utilizînd principiul pantografului. În acest mod i-a reuşit eleganta mişcare paralelă, caracteristică maşinilor cu grindă rotativă ale secolului şi chiar şi după aceea.

Pentru a asigura constanţă vitezei de lucru la diferite sarcini, în 1787 dotează maşinile cu pendul centrifugal ca să guverneze supapa fluture pentru admisia aburului în conductă. Astfel de regulatoare centrifugale erau deja în uz, pentru a controla instalaţiile morilor de făină, însă meritul lui Watt este de a fi fost primul care le-a utilizat în instalaţiile cu abur. După 1800 se va retrage din munca activă, nu înainte de a fi dotat întreaga industrie cu primele maşini industriale fiabile, care vor fi îmbunătăţite continuu în următoarea jumătate de secol.

În 1799, Murdock inventează distribuitorul cu sertar. După 2 ani, Mathew Murray, din Leeds, simplifică invenţia primului prin cuplarea conductelor de admisie şi evacuare într-o singură cameră, permiţînd miniaturizarea

distribuitorului. Aproape în același timp, grinzile de fontă încep să înlocuiască grinzile din lemn de la mașinile tip Newcomen, Smeaton și Watt. Același lucru se întîmplă și cu tijele din lemn placate cu fier care vor fi înlocuite cu tije din fontă. Dar mașinile cu grindă nu vor mai înregistra schimbări notabile pînă cînd, în 1845, John McNaught le va converti în mașini mixte.

Persistența mașinilor cu grindă poate fi explicată prin starea embrionară a construcției de mașini. Gabaritul și greutatea acestora implicau o manufacturare greoaie cu sculele și dispozitivele de atunci. Abia după 1820 execuția acestora va beneficia de mașini-unelte pe potrivă.

În ciuda nenumăratelor îmbunătățiri aduse de Watt, mașinile acelea primare, așa cum le lăsase el, se foloseau, în esență, de vid și nu de abur. Pe partea cealaltă a Atlanticului se năștea o nouă comunitate ce avea nevoie tot mai mult de tehnologie pentru a putea concura vechea metropolă. În 1789 un englez, Samuel Slater, sosea în Statele Unite și instala primele mașini cu abur în industria textilă. Era începutul revoluției industriale americane. În 1802, pe „scenă" se suia Oliver Evans din Delaware care, simultan cu englezul Richard Trevithick, a construit motorul de înaltă presiune.

Evans era de meserie rotar, dar în 1780 își unește afacerile cu fratele său, morar. Își afirmase aptitudinile încă din 1797, cînd obținuse un brevet pentru o trăsură cu abur. În 1803, cînd în S.U.A. nu funcționau mai mult de 20 de mașini cu abur, construiește o dragă cu abur, iar în anul următor finalizează o mașină staționară verticală, cu acțiune directă, cu 2 cilindri, cu diametrul de 0,150 m fiecare și cursa de 0,200 m, la o turație de 30 ture/minut. Supapele de admisie și evacuare erau cu 3 reazeme, acționate cu bolțuri prin intermediul unui volant. Ca și Trevithick, a utilizat un boiler cilindric cu flacără interioară și coș, iar în 1803 propune folosirea unei presiuni de aproape 7 atm. Încercările sale nu au impresionat industriașii de pe continentul „sălbatic", însă influența sa va rentabiliza, după aceea, fabrică după fabrică.

Prima mașină de înaltă presiune creată în Anglia, de Trevithick, a fost o mașină cu dublu efect, grindă și tijă,

construită pentru extracție la o mină din Cornwall. În 1801 va elabora și el proiectul unei trăsuri cu abur. Vehiculul era prevăzut cu un cazan cilindric, cu foc intern, și cu o țeavă de eșapare. Cilindrul vertical era parțial cufundat în cazan și tija pistonului acționa roțile din spate, prin mijlocirea unei cruci cardanice cuplate la glisiere și la bara de direcție. Aburul era evacuat printr-o țeavă, pentru a crește tirajul. Vehiculul putea transporta cîteva persoane, avea o greutate de 1 524 kg și atingea o viteză de 15 km/h, pe drum nedenivelat. În 1802, Trevithick și-l asociază pe vărul său Andrew Vivian cu care definitivează detaliile atît ale unei mașini staționare, cît și unei locomotive. În 1802 construiește, la Coalbrookdale, o mașină experimentală de pompare, cu grindă, proiectată să lucreze la presiunea de 0,3 atm. Cazanul era confecționat din fontă, avînd un diametru de 1,2 m și o grosime a pereților de 0,3 m. Cilindrul avea un diametru de 1,750 m și o cursă de 0,900 m. Instalația mira pe oricine prin puterea dezvoltată față de dimensiunile reduse. Anul următor construiește o nouă trăsură, dotată cu un singur cilindru și cu o pereche de roți motrice cu diametrul de 2,4 m. Putea căra 8—10 pasageri și a făcut cîteva drumuri pînă la Londra și retur, dar nu a reușit să stîrnească entuziasmul publicului.

Trevithick nu a fost numai „nașul" locomotivei, dar a fost și un inițiator al unor sisteme de transmisie a forței de tracțiune. Dispozitivul său de evacuare prin coș, pe care l-a patentat, i-a permis să amelioreze controlul asupra funcționării locomotivei. Modelul tehnologic probabil că a influențat istoria construcției locomotivei.

O dată cu debutul secolului al XIX-lea, utilizarea, separat, a unui condensator a fost accesibilă tuturor constructorilor. Drumul deschis de Trevithick cu mașinile de înaltă presiune a consacrat definitiv mașinile „compound".

Au urmat ani de încercări, ani de îmbunătățiri, dar și ani de falimente. Sursa de fonduri a fost întotdeauna o frînă artificială în calea dezvoltării tehnologice. În 1845, John McNaught și-a finisat modelul său compound, cu un mic cilindru de înaltă presiune și cu cursă mică. Punctele de prindere a tijelor erau poziționate la centrul grinzii și într-unul din capetele ei. Majoritatea mașinilor

existente de tip Watt au fost transformate în acest mod. Cilindrii de înaltă presiune proiectați de McNaught lucrau la valori de 24—55 atm. Din acest moment putem schimba denumirea de mașină în denumirea de motor, căci gabaritul și funcțiunile îndeplinite s-au apropiat simțitor de granița miniaturizării acționării, permițînd o versatilitate de utilizare a energiei mecanice furnizate.

Deși motoarele cu abur erau cerute din ce în ce mai mult pentru acționări de rotație, ele forțau necorespunzător axul ridicător, însă ofereau avantajul ghidării cu cap cruce în loc de glisiere, care ar fi introdus noi dificultăți. Reținînd acest avantaj, dar reducînd lungimea grinzii, William Freemantle înregistrează sub brevet tipul *lăcustă*, pe același principiu utilizat de Evans în America.

John Scott Russel va concepe un motor mai simplu, cu mișcare paralelă, lucrînd după același principiu, dar avînd biela conexată direct la crucea tijei. A fost utilizat mulți ani, mai ales în fabricile de prelucrat bumbacul de la Stockport, chiar și după 1898.

Pionierul motoarelor cu acțiune directă, deci fără grindă, a fost William Symington. În 1861 el a aplicat un astfel de motor la propulsia unui remorcher pe Clyde Canal. Motorul avea un cilindru orizontal, cu dublu efect, cu diametrul de 0,55 m și cursa de 1,2 m, ce acționa arborele cotit al roții cu zbaturi, fără a mai fi nevoie de tijă. Simplitatea tehnologică a construcției nu a lansat un apel în epocă, din convingerea greșită că existența unei grinzi oferea o mai mare siguranță de exploatare. Era nevoie de talentul unui nume consacrat, și acela a fost Henry Maudslay, care va patenta în 1807 primul model industrial de motor cu acțiune directă.

Un cilindru vertical era plasat în centrul unei mici platforme de fontă și tija pistonului deplasa un cap cruce de care erau atașate rotițe care rulau pe ghidaje verticale din fier. O pereche de tije, care porneau de la cruce, conduceau un arbore ce se rotea pe lagăre montate sub platformă. Motorul a cunoscut o utilizare expansivă în următorii 40 de ani, supraviețuind, în forme simplificate, pînă aproape de sfîrșitul secolului, mai ales datorită compactității sale.

Credința că poziția verticală a cilindrului influențează negativ mișcarea pistonului, în special datorită greutății sale, a fost aceea ce a hotărît plasarea sa orizontală, de mai tîrziu. Asemenea motoare fuseseră utilizate chiar înainte de 1825, și într-o gamă industrială grea, cînd Taylor și Martineau din Londra utilau fabrici întregi, participînd conștient la prima revoluție industrială din istorie.

Francis Cabot Lowell din Massachussetts a aplicat noile motoare rotative pe mașinile de țesut, iar John Fitch, din Connecticut, pe vapoare. Despre Robert Fulton, născut în Pennsylvania, putem spune că a avut mai mult noroc ! În România motoarele cu abur au apărut în 1838, cele dintîi mențiuni fiind din Muntenia și Transilvania, iar din 1846 și din Moldova. Minele utilizau deja pentru pompat asemenea mașini, de tip *Newcomen*, suferind îmbunătățiri din partea unor meșteri locali.

Acești arhitecți ai aburului au creat primele elemente tehnologice generatoare de mișcare, ei au fost aceia care au impus tehnologia lumii acelui moment, dar care aflase de la economiști cuvîntul „productivitate". Mulți americani priveau procesul industrializării alarmați, simțind că adevărata virtute și „fericire" a lor nu putea dăinui decît în societatea rurală a micilor fermieri independenți. Fără a avea pretenția de a ataca moralitatea momentului, ne dăm seama că ridicarea standardului de viață a întovărășit întotdeauna industrializarea, iar societatea nu ar fi putut accepta de bună voie declinul de la astfel de standarde și abandonarea industrializării în favoarea întoarcerii la economia fermelor.

René Berger arăta : „Omologia pămînt-spirit s-a modificat puțin, o dată cu apariția industriei. Aceasta pentru că «nucleele imaginate», tradiționale, sînt refractare noilor moduri de gîndire".

Sute de ani au bătătorit palmele celor dintîi mecanicieni și o sutime de secundă ne e suficientă spre a strivi o cutie de bere. Tehnologicele eforturi ale acestor constructori de monumente „din abur" au însemnat o recunoaștere definitivă a unei noi „zoologii". Și dacă nu am învățat despre toate acestea în cărțile de școală nu este

decît în avantajul celor care doresc să se amuze cu „legendele" istoriei tehnologiei.

Lumina inventată... de două ori

La 21 octombrie 1879, Thomas Alva Edison aprinde acea lumină artificială ce avea să ilumineze foarte curînd întregul glob. „Lampa cu incandescență va stinge oricare altă lumină", spunea Werner von Siemens, înființînd în 1881, la numai 2 ani după invenția lui Edison, o fabrică de becuri. Prorocirea sa se va adeveri. Curînd, becul electric lua locul iluminatului cu gaz „fiindcă lumina electrică este mai albă și mai strălucitoare, dezvoltă mai puțină căldură și viciază mai puțin aerul din încăperile închise", după cum releva același Werner von Siemens. Astăzi, după aproape un secol, era becului incandescent pare să se apropie de sfîrșit. S-au realizat corpuri de iluminat ce consumă de 3 ori mai puțină energie și au o durată de funcționare de aproape 5 ori mai mare decît clasicul bec.

Ceea ce se prezintă astăzi ca bec cu incandescență nu are decît puține coincidențe cu invenția imigrantului german Heinrich Goebel, cu care acesta a făcut senzație în New Yorkul anului 1854. Lampa sa cu filament din fibră de bambus carbonizat depășea cu mult posibilitățile tehnologice ale vremii sale, ce nu cunoștea încă surse de curent continuu. În 1879, Edison inventa, pentru a doua oară, becul ?

Inovarea tehnologică nu numai că modifică lumea înconjurătoare, ea introduce totodată în structura industriei un element dinamic ce nu se resimțise niciodată pînă atunci. Lampa cu incandescență este, prin excelență, un produs tehnologic. Au trebuit întreprinse noi activități datorită lipsei unor produse cu însușiri corespunzătoare. Filamentul din cărbune nu dădea lumină suficientă, lumina fiind cu atît mai intensă cu cît temperatura este mai ridicată. În 1898, germanul Auer von Welsbach descoperea că osmiul, un metal cu temperatură de topire foarte ridicată, se constituie în materialul ideal pentru a reproduce lumina zilei. Ca filamentul să nu se carbonizeze în aerul bogat în oxigen, la o temperatură de incandescență

de 2 000° C și mai mult, primele becuri erau vidate, mai tîrziu umplute cu gaze inerte ca azot, argon sau cripton. Dar cum a fost pînă aici ?

Deși Joseph Swan familiarizase lumea, încă din 1848, cu primitiva lampă cu filament și apoi cu mai plina de promisiuni lampă cu arc, el era convins că viitorul iluminatului depindea de găsirea materialului ideal. Continuîndu-și investigațiile, a dat peste un patent din 1845, aparținînd unui oarecare J. W. Starr din Cincinnati, care pretindea obținerea unei bune iluminări încălzind intens, cu ajutorul curentului electric, conductori metalici sau din cărbune, și a remarcat, în special, la utilizarea mostrei de cărbune, necesitatea plasării în interiorul unui tub cu vacuum. Probabil că Swan a fost informat de durata de funcționare a unei lămpi cu filament din platină înainte ca ideea utilizării unui filament din cărbune incandescent poziționat în vid să-i rețină atenția. Scurt timp după 1848, el a procedat la confecționarea de benzi flexibile din hîrtie carbonizată, ajungînd în cîțiva ani să realizeze fîșii incandescente, lungi de 0,03 m și late de 0,00625 m. Becurile cu aceste filamente, confecționate în jurul anului 1860, au avut o viață scurtă, dar succesul lui Swan fusese de neatins pînă atunci. Tehnologia era cea care împiedica buna funcționare, prin imperfecțiunile pompei de vid și prin furnizarea curentului de la baterii chimice. Swan s-a apucat de altele, așteptînd anul 1865, cînd Hermann Sprengel a inventat pompa cu mercur. Succesul înregistrat de Sir William Crookes și de alții în experimentări ce reclamau un vid înalt, l-a determinat să o folosească, reușind să-și expună noua lampă la 18 decembrie 1878, măcar că nu a fost niciodată operațională.

Între timp, de partea cealaltă a oceanului, Thomas Alva Edison ataca aceeași problemă. El a exclus confecționarea filamentului din material carbonic, în orice formă posibilă. La un moment dat a crezut că și-a găsit materialul ideal în platină, dar a dat greș, astfel că spre sfîrșitul anului 1879 efectua experimentări cu filamente din cărbune, iar în 1880 adaptase filamente din bambus bine carbonizat. Becuri experimentale de acest tip au fost aduse și la Londra. Spre deosebire de Swan, Edison patenta

totul, şi uite aşa inventatorul britanic şi-a văzut munca îngrădită de 5 patente garantate în Anglia rivalului său. Primul dintre ele, emis în decembrie 1878, proteja becul cu filament metalic din platină sau aliaj de platină.

În timpul experimentărilor din 1877, Swan a constatat că filamentul din material carbonizat reţine aer pe care-l degajă la prima incandescenţă, fapt care cauzează rapida deteriorare a filamentului. Pentru a elimina acest inconvenient, aduce filamentul la incandescenţă în timpul vidării, înaintea etanşării. Între 1881 şi 1882 confecţiona filamente din aţă de bumbac mercerizat, dar nu era prea satisfăcut de ele. A intuit importanţa uniformităţii geometrice precum şi faptul că nu era mai potrivit un material nefibros. Cercetările sale ulterioare l-au determinat să adopte o substanţă plastică, precum nitroceluloza dizolvată în acid acetic şi extrudată prin filiere metalice, sub presiune. Acest proces tehnologic, patentat în 1883, nu a însemnat numai o revoluţionare a manufacturării de becuri cu filamente carbonice, ci şi o verigă primară în lanţul inovărilor ce a condus la producerea, 20 de ani mai tîrziu, a mătăsii artificiale.

Dar chiar în Anglia au mai existat şi alţi inventatori dibaci, care au abordat aceeaşi temă. Lane-Fox, un prolific inventator, a utilizat primul filamente din aliaj de platină-iridiu, iar mai tîrziu, un compozit refractar grafitat, ca suport pentru o anvelopă carbonică.

Tocmai cînd becul cu incandescenţă începea să strîngă tot mai mulţi adepţi au apărut şi detractorii, printre ei nume celebre ca fizicianul S. P. Thompson. Către sfîrşitul anului 1880, producţia mondială de becuri se apropia de 80 000 de unităţi pe an. Casă după casă beneficia tot mai mult de binefacerile acestui succes, eminamente tehnologic, iar din 1881, se echipează cu astfel de vectori de lumină artificială prima navă britanică *City of Richmond*.

Soclul baionetă a fost introdus în jurul anului 1884, în timp ce soclul filetat a constituit o caracteristică a becului Edison, încă de la început. Îmbunătăţirile tehnologice se vor amplifica începînd din 1885, ducînd la diminuarea gradată a preţului de cost, destul de ridicat la început. De aceea, instalarea în case a unui astfel de echipament

electric de iluminare nu şi-o puteau permite decît cei înstăriţi.

În 1905, la 7 ani de la apariţia filamentului cu osmium, germanii introduceau filamentul din tantal, iar peste cîţiva ani, pe cel din wolfram. Evoluţia tehnologică se reflectă şi în saltul tehnic al eficienţei de funcţionare. Dacă, în 1881, fluxul luminos raportat la puterea consumată era de 1,4 lm/W, în 1900 se ajunsese la 4 lm/W. Inventivitatea cercetătorilor nu s-a mărginit la atît. În 1936, firma *Osram* lansează pe piaţă o lampă ce genera lumină datorită efectului produs de razele ultraviolete asupra unor substanţe luminiscente.

Un nou tip de lampă a recoltat succese în ultimii ani : lampa cu halogeni. Ca adaus la gazul de umplere, halogenii fluor, clor şi iod se combină cu wolframul vaporizat, transportîndu-l înapoi la filamentul de wolfram. Circuitul permite o solicitare electrică intensă a filamentului şi dimensiuni reduse, asigurînd o intensitate luminoasă mai mare. În timp ce becul lui Edison nu converteşte decît a cincea parte din curentul electric în lumină, iradiind restul de 80% sub formă de radiaţie termică nefolosită, noile corpuri de iluminat, versiuni miniaturizate ale tubului cu neon utilizat în birouri şi hale de fabrică, au un randament de 3 ori mai mare. Umplutura gazoasă a rămas aceeaşi ca şi la tradiţionalele tuburi luminiscente. Spre deosebire de albul dezagreabil al neonului, noile „becuri" emit o lumină caldă, plăcută, obţinută printr-un adaus de 3 coloranţi diferiţi în stratul luminiscent. Pulberile luminiscente transformă radiaţiile ultraviolete în lumină albastră, verde şi roşie, iar ochiul omenesc ce dispune de o maximă sensibilitate în acest domeniu al spectrului, receptează mixajul ca un alb odihnitor. Tehnologic, inovarea egalează intensitatea luminoasă a unui bec cu neon de 20 W cu cea a unui bec obşinuit de 75 W. Succesul se datoreşte unui transformator ridicător de frecvenţă, de la 50 Hz la 50 000 Hz. În afară de economia de curent realizată, se remarcă şi o durată de funcţionare aproape neverosimilă : 5 ani faţă de numai 1 an.

Edison inova tehnologic ? Nu numai el, ci toţi cei de care ne-am reamintit în această carte au procedat la fel,

chiar și strămoșii paleolitici. Becul electric a depins cel mai mult de tehnologiile adiacente, provocînd o schimbare substanțială în modul de inovare practicat pînă în secolul al XIX-lea.

Lămpile de astăzi sînt un articol de larg consum, dar numărul mare al operațiilor de control — 28 pentru un bec obișnuit, trebuind să corespundă la peste 1 400 de caracteristici de calitate — ne sugerează o izbucnire filozofică a tehnologiei, căci nu ne mai aflăm în fața unui artefact.

DEZASTRUL LUI „TORREY CANYON"...

În decursul deceniului al 7-lea, circulaţia tot mai mare a mărfurilor, cerută de economia mondială a impus creşterea tonajului vapoarelor. Dacă un tanc petrolier de 80 000 tdw era considerat la vremea aceea ceva formidabil, după 1967, tonaje de 200 000—300 000 tdw erau socotite ca ceva obişnuit ; la orizont chiar apărea ca posibilă realizarea unor petroliere gigant de 500 000 tdw.

În 1967, *Union Oil Company of California* cedează companiei *British Petroleum*, supertancul de 127 000 tdw, *Torrey Canyon*, pentru un transport charter de ţiţei, din regiunea Golfului la Milford Haven, în Wales (Marea Britanie). Vasul, botezat exotic şi sub pavilion liberian, era manevrat de un echipaj italian, deci se afla sub jurisdicţia maritimă peninsulară. *Union Oil* asigurase „tehnologia" mastodontului pentru 16,5 milioane de dolari. Prevăzătoare, compania asigură şi a 3-a parte din încărcătură pentru suma de 2,5 milioane de dolari.

În dimineaţa zilei de 18 martie, petrolierul naviga în preajma insulelor Scilly, venind din Kuwait, încărcat cu 119 328 t. Cînd pe ecranul radar apăreau insulele, şeful de echipaj a realizat imediat necesitatea schimbării cursului către est. Căpitanul nu a fost de acord, astfel că s-a intrat în pasajul dintre recifuI cu 7 stînci şi insula St. Martin. Şeful de echipaj şi-a dat seama, prea tîrziu, de pericolul eşuării. În timpul în care timonierul a putut decupla pilotul automat şi executa manevrarea rapidă la stînga, sub control manual, creasta ascuţită a unei stînci submarine a străpuns prova creînd o spărtură, de peste 190 m, în carenă. Să ne amintim că giganticul petrolier era lung de 302 m.

Mii de galoane de ţiţei au ţîşnit din 14 rezervoare, inundînd marea cu 119 328 t în cel mai catastrofal episod de poluare marină din istorie. Mareea neagră a fost

împinsă de vînt şi de flux înspre coastele britanice din Cornwall, cauzînd stricăciuni litoralului şi moartea a numeroase păsări şi vieţuitoare marine.

Locul accidentului fiind plasat în afara apelor teritoriale britanice, se punea întrebarea dacă se putea aplica jurisdicţia engleză. Experţii nu se puneau de acord în privinţa cauzelor accidentului. Vizibilitatea, în acea zi, fusese de 8 mile şi *Torrey Canyon* era înzestrat cu echipament ultramodern, fiind manevrat de un echipaj experimentat. *Lloyds*, asigurase vasul pentru cele mai mari riscuri. Însă, incredibil, vasul avea viteză maximă în preajma unui asemenea obstacol natural, ce nu era indicat pentru marile petroliere.

În dimineaţa de după naufragiu, o peliculă de petrol acoperea 60 de mile pătrate lîngă coastele vestice ale Angliei. La cîteva ore, nave ale marinei regale au părăsit Plymouth, încărcate cu detergenţi. Toate speranţele se legau de emulsionarea ţiţeiului înainte ca să invadeze plajele. Presa descria incidentul ca o nouă bătălie a Angliei. *Torrey Canyon* era cel mai mare vas ce naufragiase pînă atunci.

Harold Wilson, primul ministru în exerciţiu, a instituit un comitet ministerial de urgenţă care să coordoneze toate măsurile şi acţiunile ce se impuneau, codificîndu-le sub numele *Operaţiunea Canute.*

În următoarele 7 zile, toate încercările de a salva tancul din ghearele stîncilor au fost zadarnice. De pe 28 martie 1971, timp de 3 zile, nava a devenit ţintă vie pentru *Royal Air Forces*, utilizîndu-se bombe cu napalm şi kerosen, pentru a deschide şi celelalte rezervoare şi a incendia încărcătura, înainte de a se scurge în mare. Întreaga operaţie a costat peste 2,5 milioane de dolari. Din cauza unui vînt de uscat, după o săptămînă, plajele Albionului erau înnegrite de primul val de petrol. Timp de 9 săptămîni, unda nocivă a fost purtată de vînt şi de flux, de-a lungul coastelor de nord şi de sud ale peninsulei Cornwall. Aproximativ 100 de mile de coastă au fost atinse de poluare. O mulţime de voluntari civili, militari şi marinari au trudit din greu să albească atracţia estivală a turiştilor.

În primul rînd, s-au utilizat detergenți și alte tehnici folosite de marină pentru curățarea bazinelor portuare. Pentru viețuitoarele de deasupra și de dedesubtul apei, poluarea coastelor a fost un dezastru. Toate formele de viață, animală sau vegetală, au fost imobilizate în moarte, stingînd capacitatea piscicolă a regiunii. Cîteva ferme de stridii au fost în întregime distruse. Practic, întreaga industrie piscicolă a fost virtual paralizată. Și în plin efort de înlăturare a peliculei de petrol, apărea o nouă primejdie pentru viața mării : toxicitatea detergenților. Se aruncaseră peste bord 10 000 t de detergenți pentru a trata aproximativ 13 000 t de țiței din preajma coastelor și 2 500 t, în larg. Biologii trăgeau semnalul de alarmă : utilizarea detergenților putea cauza mai mult rău decît poluarea cu petrol ! Pripeala conservatoristă de a apela la detergenți a dublat dezastrul produs. În disperare de cauză, s-au pulverizat hidrocarburi aromatice pentru dizolvarea detergenților și pentru facilitarea mixajului cu țițeiul. Probabil că și această soluție a pricinuit pagube, însă, fără efortul depus de britanici, mareea neagră ar fi atins și coastele Franței, punînd noi probleme. În total, 50 din cele 950 de mile de litoral britanic au fost afectate, 25 de așezări fiind declarate sinistrate. Avînd experiența vecinilor, francezii au putut evita incidentele ulterioare, recurgînd la praful de cretă, la paie și la alți absorbanți.

După cîteva luni, guvernul britanic a cerut un raport științific care să explice în ce mod puteau fi ferite fauna și flora marină de folosirea și în viitor a detergenților, în cazul unor naufragii asemănătoare. Studiul a dat un răspuns negativ, dar cercetătorii au recomandat utilizarea siliconilor.

Avînd în vedere și tirul de 2,5 milioane de dolari, nota de plată a englezilor s-a ridicat la 7 milioane de dolari, pe care proprietarii navei s-au grăbit s-o achite.

Dezastrul lui *Torrey Canyon* a evidențiat ignoranța în a prevedea astfel de catastrofe și măsurile pripite ce se iau în asemenea cazuri. Rapoartele savanților britanici au arătat că în timp ce petrolul a distrus 30% din plancton, detergenții au distrus 96%.

Ce este de făcut ? Să se limiteze tonajul navelor ? Să se construiască rezervoare de descărcare în larg și, de

acolo, petrolul să fie transportat prin conducte ? Să se găsească noi substanțe emulsoare care să fie folosite fără distrugerea florei și faunei ? Pe lîngă aceste întrebări tehnologice se ridică numeroase alte aspecte juridice, mai ales cînd accidentele au loc în apele internaționale. Eșuarea gigantului a constituit subiectul a 2 volume și a 2 studii de specialitate, umplînd și paginile a numeroase publicații din lumea întreagă. Această întîmplare dramatică a ilustrat perfect impactul tehnologiei navale cu ecologia, precum și precara pregătire a societății de a interveni în astfel de cazuri. Faptul că pericolul a fost mai departe amplificat și de alte incidente de poluare, a întărit necesitatea controlului și dependența modernelor tehnologii de petrol și de alte surse.

Statistici recente au arătat că aproape 15% din navele ce tulbură anual oceanul planetar prezintă aspecte similare de coliziune, astfel că riscul unui dezastru ca cel al lui „*Torrey Canyon*" va continua.

Într-adevăr, continuă !

O oglindă pe cer

În iulie 1966, N.A.S.A. a anunțat că, din însărcinarea Ministerului Apărării, a început studiile de fezabilitate pentru lansarea pe orbită a unei oglinzi gigantice. Proiectul „*Able*", cum a fost denumit, prevedea ca, oglinda să lumineze o suprafață cu un diametru de 352 000 km, reflectînd incandescența Soarelui spre partea întunecată a Pămîntului, cu o strălucire de 2 ori mai mare decît a unei luni pline. Oglinda era controlată de pe Pămînt și putea fi folosită atît în scopuri militare, cît și în scopuri civile. Noutatea proiectului a stîrnit consternare printre astronomi.

După un studiu asupra potențialelor efecte și asupra costului de realizare, de către un comitet al Academiei Naționale de Știință, proiectul *Able* a fost abandonat.

Nu se știe cine a avut inițial ideea plasării pe o orbită terestră a unei oglinzi. La începutul deceniului 7 și pînă către mijlocul său, Ministerul Apărării a fost confruntat cu numeroase probleme ridicate de războiul din Vietnam

și, printre acestea, transportul pe timp de noapte al militarilor către nord. Se utiliza pe atunci un sistem prin care un avion, ce zbura la o altitudine de 3 600 m, proiecta un fascicul luminos ce ilumina pe pămînt o suprafață circulară cu diametrul de 2 mile, avînd o strălucire de 4 ori mai mare decît a Lunii pline.

În acei ani, N.A.S.A. își pusese la punct capacitățile de plasare pe orbită de nave, cu sau fără oameni, și începuse pregătirile pentru programul *Apollo*. Totodată, N.A.S.A. desfășura o largă publicitate cu privire la beneficiile omenirii rezultate din programele spațiale. Cam în acea perioadă prindea viață și ideea plasării unei oglinzi în spațiu, și tot atunci se năștea și proiectul *Able*.

Primele date publice despre proiect au fost dezvăluite de ziarul *Courant* din Hartford, Connecticut, unde apăruse deja o controversă locală despre instalarea unei rețele stradale de iluminat mai puternice. Astronomul Edgar Everhart, de fapt profesor de fizică la universitatea statului — descoperitorul unei comete și co-descoperitor al altora — contesta instalarea ei, deoarece ar fi stînjenit observațiile celeste. Reacția publicului față de proiectul *Able* se numea în paginile ziarului : „Cui îi trebuie un soare pe cer, noaptea ?"

La 15 august, apărea în același ziar un al doilea articol, bazat pe o informație sustrasă de la Cape Kennedy, în care se arăta că compania *G. T. Schjeldahl* solicitase un contract de 40 000 de dolari pentru realizarea unui înveliș reflectorizant pliabil, ce o dată plasat pe orbită s-ar fi desfășurat sub forma unui disc cu diametrul de 600 m, aruncînd lumina Soarelui, în timpul nopții, peste jumătate din Florida. Știrea arăta că astfel de sateliți puteau fi folosiți pentru dezvăluirea pozițiilor inamicului, pentru operații de cercetare și salvare, în scopuri de securitate, ca far pentru navigație și pentru experimente radioastronomice. Profesorul Everhart era puternic intrigat de efectele negative ce le-ar putea avea o astfel de oglindă orbitală asupra nopților astronomice. Imediat, revista *Sky and Telescope* a anunțat că *Boeing* și *Westinghouse Electric* fuseseră „sensibilizate" cu 125 000 de dolari pentru a studia fezabilitatea fazei A a proiectului *Able*.

Ştirile despre proiect alarmează şi pe alţi astronomi şi oameni de ştiinţă. Spre sfîrşitul anului 1966, Comitetul de Ştiinţă şi Astronautică audiază o descriere a proiectului. Un purtător de cuvînt al N.A.S.A. descrie detalii tehnice şi delimitează ca primă arie iluminabilă zona Washington-New York. De asemenea, se dezvăluie faptul că 5 companii lucrau deja la proiect, şi că plasarea unei astfel de oglinzi pe o orbită staţionară se aştepta să devină operaţionabilă către mijlocul anului 1970. În general, N.A.S.A. a minimalizat potenţialele aplicaţii militare, scoţînd în evidenţă beneficiile civile. Dimpotrivă, *Time Magazine* divulgă secretul că o astfel de oglindă era proiectată să ilumineze o parte a Vietnamului.

În ianuarie 1967, atît *Times*, cît şi *Science*, prezintă opinii pro şi contra privind catapultarea în spaţiu a unei oglinzi reflectorizante. Cîteva din avantajele sugerate de N.A.S.A. erau : posibilitatea folosirii în Vietnam pentru a elimina inconvenientele nopţii, facilitarea operaţiilor de cercetare şi salvare, iluminarea oraşelor, creşterea luminozităţii nopţilor polare, existenţa unui far pentru ghidarea navelor, o antenă foarte mare pentru radioastronomi. Obiecţiile ridicate de Everhart şi de alţii erau : stînjenirea activităţii de cercetare a cerului în zonele adiacente, S.U.A. neavînd nici un drept de a perturba cercetările din alte ţări ; plasarea unei prime oglinzi ar putea duce şi la proliferarea mai multora, deranjînd observaţiile astronomice pe mai multe suprafeţe ale planetei ; scăparea de sub control a poziţionării oglinzii ar duce la o iluminare nediscriminatorie, mai ales că nu se puteau executa reparaţii în spaţiu sau scoaterea de pe orbită ; tulburarea ritmului circadian ce controlează procesele vitale din plante şi animale ; folosirea în scopuri minore, ca aratul noaptea sau luminarea staţiunilor turistice ; întrebuinţarea în scopuri militare.

Confruntată cu aceste obiecţii, N.A.S.A. a încercat să lămurească astronomii că un satelit reflectorizant n-ar stînjeni activitatea lor, insistînd pe faptul că nu fusese luată nici o decizie pentru plasarea pe o orbită a unei oglinzi solare.

Radioastronomul John W. Findlay arăta, în aprilie 1967, că un astfel de proiect era impracticabil şi extrem de costisitor. Pentru plasarea pe orbită era necesară o

rachetă Saturn V și nu exista nici o cerință reală pentru o astfel de oglindă.

În modul acesta, proiectul *Able,* demn de imaginația unui Jules Verne, sucomba în brațele unei omeniri uimite de posibilitățile tehnologice pe care ajunsese să le stăpînească. Controversele asupra sa sînt un exemplu de faptul cum opinia publică a societății este în stare să blocheze anumite proiecte guvernamentale în neconcordanță cu necesitățile sale. Desigur, pretențiile ridicate de astronomi au contat puțin în fața inconvenientelor publicului larg, făcînd inoperațională, în prezent, plasarea pe orbite staționare a unor asemenea oglinzi.

Totuși, această tehnologie pare că va fi utilizată într-o bună zi ! Experimentul recent, în cadrul misiunii din iunie 1985 al navetei *Discovery*, implică utilizarea unor asemenea oglinzi spațiale în contextul așa-numitului „război al stelelor".

Capacitatea lor de reflectare face accesibilă utilizarea unor raze laser la energii joase în depistarea timpurie a rachetelor balistice.

De ce injură jucătorii de fotbal ?

În primăvara anului 1965, o construcție gigant, al cărei cost se ridicase la 35 milioane de dolari, modifica imaginea noului Texas : astrodomul din Houston. Stilul futurist, caracterizat prin imense spații interioare, cuprinzînd un amalgam uimitor de magazine, cafenele, sculpturi, spații verzi, lifturi exterioare translucide, totul închis sub un singur și imens acoperiș de sticlă metalizată, și, bineînțeles, climatizat — inaugurat de celebrul arhitect John Portman, în 1967, cu acel controversat hotel *Hyatt Regency* din Atlanta — va umple de mîndrie piepturile milioanelor de americani. Turful sintetic ce acoperea suprafața de joc, în 1966, a proliferat de atunci în peste 200 de alte terenuri răspîndite în lumea întreagă.

Dar, iată că, în 1971, un scandal izbucnea în S.U.A., antrenînd *Liga Națională a Jucătorilor Profesioniști de Fotbal American,* Congresul și publicul. Cîteva rapoarte evidențiau o mai mare nervozitate a jucătorilor pe iarbă

sintetică, decît pe iarbă naturală. Cum s-a ajuns la turful sintetic ?

La data inaugurării sale, astrodomul fusese numit una din minunile lumii. O caracteristică unică a acestei „minuni" erau luminatoarele din acoperiș, astupate cu un plastic special ce filtra lumina, pentru lungimea de undă necesară creșterii ierbii de pe teren. Sezonul de base-ball a început într-o stare de nervozitate crescîndă, și asta nu pentru că era prima dată cînd aveau loc astfel de jocuri în regim indoor, ci fiindcă se constatase că era teribil de neplăcut să se dispute meciuri în după-amiezele însorite. Mica minge albă nu putea fi zărită dacă era privită în direcția luminatoarelor. Nici televiziunea nu putea asigura transmiterea rezonabilă, dacă mingea se ridica la peste 7 m deasupra capului. Toate acestea au produs consternarea oficialilor și au provocat protestul jucătorilor și antrenorilor.

Pentru a face acceptabil astrodomul jocurilor de la amiază, toate luminatoarele au fost acoperite cu vopsea neagră — în scopul de a asigura un fond uniform — înainte de sfîrșitul lui aprilie. O fi priit jucătorilor această modalitate, dar ierbii nu, drept care aceasta s-a veștejit imediat. S-au experimentat diferite soiuri, dar rezultatul rămînea același. Era necesară înlocuirea periodică a răsadurilor pentru a menține suprafața de joc într-o stare bună. Înaintea sezonului din '66, oficialitățile primei ligi au cerut permisiunea să acopere terenul cu iarbă artificială, și la 19 iulie operația era terminată.

Turful sintetic era un plastic de nylon produs de compania *Monsanto Chemical*, ce l-a și botezat pompos : *Astroturf*. Deși cîțiva tehnicieni ai jocului, printre care și Leo Durocher, s-au ridicat împotriva acestei soluții, arătînd că suprafața tare va influența stilul de joc, turful sintetic a fost acceptat de liga profesionistă.

Îndată a fost instalat un astfel de covor sintetic și pe noul stadion în aer liber din St. Louis, cu toate că temperatura se ridica în acele zile de vară pînă la aproape 45°C.

Desigur, iarba sintetică prezenta o serie de avantaje : reducerea costului de întreținere, păstrarea calității și pe vreme umedă, nedeteriorarea la disputarea mai multor jocuri în aceeași zi și chiar a unor jocuri dife-

rite, cum ar fi suplul base-ball și confuzul fotbal. De fapt, gazonul sintetic apărea ideal de potrivit pentru fotbal.

Desfășurînd o publicitate energică, compania *Monsanto* și altele două : *3 M Company* (tartanturf) și *American Biltrite* (polyturf), au reușit să impună adaptarea de asemenea suprafețe pe mai toate terenurile, fie pentru profesioniști, fie pentru colegii sau școli sportive. Pînă la scandalul din 1971, 113 suprafețe de fotbal au fost acoperite cu iarbă sintetică, iar manopera s-a ridicat cam la 250 000 de dolari de fiecare, fiind folosită de peste 1 milion de sportivi. Prevederile erau scontate pentru o afacere de aproape 1,2 miliarde dolari, în anii '70.

Suspiciunile provocate de faptul că turful sintetic ar duce la creșterea nervozității jucătorilor au început să apară de prin 1970. În primăvara lui '71, dr. James Garrick de la universitatea școlii de medicină din Washington, făcea publice rezultatele studiului său de un an asupra trivialităților manevrate în 229 de jocuri, dintre care 80 erau disputate pe astroturf și 149 pe iarbă naturală : de fiecare dată, de două ori mai multe înjurături (19) zburau peste gazonul sintetic decît pe cel natural. Se constatase că numărul de „amabilități" era mai mic pe astroturf umed decît pe astroturf uscat, dar oricum, era cu mult mai mare decît pe iarba naturală. Imediat, compania *Monsanto*, ce controla 75% din piața mondială, a trecut la contracararea afirmațiilor lui Garrick, însă rezultatele culese de acesta au fost suficiente pentru a reține atenția lui John E. Moss, președintele subcomitetului de comerț și finanțe din Camera Reprezentanților a Congresului american. El a anunțat începerea unei investigații în septembrie 1971 și a cerut teste de performanță și siguranță de la producători.

Asociația Națională a Colegiilor Atletice a inaugurat și ea un studiu asupra nervozității jucătorilor. Cu toate acestea, sezonul din 1971 a debutat pe suprafețe sintetice în 12 stadioane ale ligii naționale de fotbal și alte 14 erau în perspectiva echipării în următorii 5 ani. În septembrie, asociația jucătorilor profesioniști solicita proprietarilor de cluburi să amîne instalarea de noi suprafețe pînă cînd se lămurește definitiv disputa generată. *Monsanto* trece la contraatac, calificînd ca nefondate și calomnioase afirmațiile făcute cu privire la iritarea jucă-

torilor. Patronii cluburilor decid instalarea în continuare a turfului sintetic, pentru sezonul 1972.

Rezultatele unui sondaj efectuat printre 756 jucători profesoniști, reprezentînd 72% din liga națională, publicate în ianuarie 1972, demonstrau preferința pentru natural a 84% dintre ei. Rezultatele, oricum, apăreau sub influența dezbaterilor incidente.

În schimb, se aștepta revenirea la normal, prin modificarea încălțămintei sau a altei componente de echipament, și desigur, îmbunătățirea calității turfului sintetic. La un seminar, doctorul echipei *Lions of Detroit*, Richard Thompson, arăta că umezeala și grosimea stratului pot face gazonul sintetic mai plăcut. De asemenea a punctat faptul că îmbunătățirile tehnologice în fabricația încălțămintei poate fi avantajoasă. Deși nu se opunea turfului sintetic, recomanda mai multe acțiuni de studiere a factorului de injurii. Astfel, și în septembrie 1972, controversele au continuat, iar majoritatea celor interesați au fost de acord cu perpetuarea observațiilor, pentru a ajuta ieșirea din impasul creat.

În același timp, producătorii covorului sintetic își vedeau mai departe de afacerile lor, ce prosperau. Tot mai multă lume se decidea să-și acopere podeaua cu o astfel de îmbrăcăminte, lavabilă și ușor de întreținut. Se poate spune că disputele publice cauzate de fotbal au făcut cea mai bună reclamă pentru proliferarea turfului sintetic.

Spre sfîrșitul lui 1973, noua comisie privind siguranța produselor consumate a cerut asociației jucătorilor profesioniști să renunțe la oportunismul manifestat față de iarba sintetică. Și iată că, deși în circumstanțe normale liga națională de base-ball nu ar fi permis adoptarea covorului sintetic pe suprafețele de joc, acesta a fost totuși acceptat, nu ca un mijloc tehnologic de îmbunătățire a performanțelor, ci ca un mijloc de reparare a unei greșeli tehnologice. Mai mult, a fost introdus chiar și acolo unde s-ar fi putut utiliza mai departe gazonul natural, și aceasta datorită agresivității eforturilor de marketing. A schimbat natura jocului, dar nu a devenit o sursă de efecte inacceptabile. Gazonul sintetic a fost larg adoptat în fotbal, cel practicat în S.U.A., dar și pentru cel practicat în Europa. Întotdeauna a fost privit ca o ameliorare

tehnologică. Menținerea sa costă mai puțin, permite disputarea întîlnirilor sportive pe orice vreme, 24 de ore din 24 și este estetic superior gazonului decrepit, mai ales pentru transmisiile TV în culori. Jucătorii profesioniști au protestat în continuare, dar fabricanții și-au văzut de treburile lor. Patronii cluburilor au admis creșterea numărului de injurii la majoritatea jucătorilor, ca un risc acceptabil față de beneficiile financiare și, desigur, acceptabil pînă cînd tehnologia va putea produce un înlocuitor mai bun. Pe bună dreptate ne putem întreba : de ce înjură jucătorii de fotbal ?

Capitolul 12

DESTINUL PARADISULUI

Energia procesului de industrializare se baza, la începutul secolului al XX-lea, exclusiv pe cărbune. Cerința devenise tot mai mare, angrenînd eforturi sporite și pericole tehnologice. Săpînd primul puț de petrol, în august 1859, colonelul Edwin Drake oferea spre consum o nouă alternativă : combustibilul lichid. Omul nu mai era nevoit să coboare sub pămînt și să se expună pericolelor claustrofobe, în plus, putea beneficia și de un nou mijloc de transport, mai ieftin și mai eficace : conductele.

Înainte de 1900, petrolul fusese utilizat, în primul rînd, pentru iluminat, prin fracțiunea numită kerosen. Racordînd iluminatul la energia electrică se părea că uzul petrolului încetase. Dar, în primele decade ale secolului al XX-lea, mijloacele de transport mecanizate cunosc un avînt deosebit. Performanțele tehnice impun în exploatare benefică motoarele cu ardere internă, în interiorul cilindrilor fiind vapori inflamabili care făceau explozie la intervale regulate. Cel mai ieftin și mai ușor de întrebuințat combustibil a fost o fracțiune grea a petrolului, numită motorină.

Paralel cu necesitatea de combustie a motoarelor, petrolul devine indispensabil încălzirii a milioane de locuințe. În jurul anilor '50, cvasiunanimitatea sistemului industrial planetar era alimentat cu petrol. Euforia energiei ieftine și abundente continua, pe măsură ce erau descoperite noi zăcăminte, iar lumea consuma din ce în ce mai mult petrol. Cele mai mari depozite naturale, aproximativ 3/5 din cele cunoscute, se concretizează în țări de limbă arabă.

Pe la jumătatea deceniului '60, în plin avînt economic, tot mai multe mine erau închise, iar minerii concediaţi. O situaţie de-a dreptul paradoxală. Ponderea cărbunelui în asigurarea aprovizionării cu energie scădea vertiginos. Se petrecea ceva la care nimeni nu se gîndise înainte de 1900. Peninsula arabă domina din ce în ce mai mult piaţa energiei, în timp ce marile regiuni puternic industrializate din S.U.A., Europa de vest şi Japonia ancorau, tot mai des, la cheremul acesteia. Dintre naţiunile industrializate, numai U.R.S.S., care consumă cel puţin tot atîta energie ca şi S.U.A., poate să facă faţă consumului din resursele proprii.

În condiţiile dezvoltării economice a ţărilor capitaliste, al cărei ritm se bazează pe structuri industriale avansate, problemele energetice ating un grad de complexitate şi o amploare necunoscute pînă în prezent, trecînd pe primul plan al preocupărilor de politieă economică.

Evoluţia, la capătul căreia noţiunea de „energie" va da loc la asociaţii de idei cu noţiunile de „criză" şi „economie", începe în jurul anului 1973. După ce ţiţeiul substituise atîta timp cărbunele, lemnul şi alte resurse de energie, cărbunele va reveni în scenă, spectaculos, pe la finele lui 1973 şi începutul lui 1974. Această primă criză a petrolului a demonstrat gradul de dependenţă a ţărilor industrializate.

Abia în 1979, Occidentul a început să realizeze că e pe cale să se întîmple ceva deosebit de grav : pentru prima oară în istoria industrializării, întrevedea primejdia lipsei parţiale a unui produs de bază, de care depind întregul sistem şi toată tehnologia. Ceea ce cu mulţi ani în urmă, încă în plină eră a energiei ieftine şi aparent abundente, unii experţi anunţau pentru deceniile următoare, fără a fi luaţi în mod serios în considerare, era, de acum, o dură realitate : omenirea este confundată cu o profundă criză energetică. Se contura din ce în ce mai clar că sursele de energie fosilă nu erau inepuizabile. Nici măcar descoperirea de noi rezerve petroliere nu-i mai poate amîna epuizarea. Şi atunci ?

Vom renunța la civilizația industrială ? Acest lucru nu se poate întîmpla fără a traversa ciclic o catastrofă. Va trebui să găsim noi alternative. Pe de o parte, descoperirea de noi rezerve și trecerea la exploatarea mai largă a resurselor mai sărace în conținut util, dar mai abundente, iar pe de altă parte, redimensionarea necestăților energetice, prin restructurări economico-industriale de natură să diminueze consumurile specifice, și prin îmbunătățirea tehnologiilor, în vederea creșterii randamentelor energetice. Ele trebuie completate, în primul rînd, prin dezvoltarea intensă a energiei nucleare și prin accelerarea punerii în valoare a surselor noi de energie (solară, geotermică, eoliană, marină, etc.), chemate să aprovizioneze viitorul cu o energie semnificativă.

Dintre toate categoriile de surse noi, energia nucleară oferă tehnologiile cele mai controversate. Motivele sînt lesne de înțeles. Înlăturarea deșeurilor radioactive încă nu a fost soluționată, exploatarea unei centrale nucleare-electrice implică anumite riscuri.

În iunie 1954, la Obninsk, în U.R.S.S., intră în funcțiune prima centrală nucleare-electrică, cu o putere de numai 5 MW. În 1956, Marea Britanie și în 1958, S.U.A., își construiesc primele centrale atomice. În 1971, numărul reactoarelor nucleare trecuse de 100, puterea lor instalată depășind 20 000 MW. Pentru a dobîndi o imagine relativ mai exactă, să notăm că, în același an 1971, se mai aflau în construcție alte 131 de reactoare cu o putere de 30 000 MW.

Electrocentralele nucleare utilizează în mod curent, cu mici excepții, drept combustibil, uraniul. Mai bine spus, U-235, ce nu se găsește decît în proporție de 0,7% în minereurile naturale de uraniu și care trebuie înnobilat cu ajutorul unor complexe procedee fizice la aproximativ 3%. Dar uraniul nefisionabil poate servi drept punct de plecare în obținerea de energie. Sub bombardamentul neutronilor rapizi, eliberați la fisionarea uraniului-combustibil, partea nefisionabilă a amestecului se

transformă, continuu, în elementul transuranic plutoniu care, la rîndul lui, reprezintă un excelent material fisionabil.

Viitorul va aparține celei de-a doua generații de reactoare, așa-numitele reactoare de temperaturi înalte și reactoare regeneratoare care asigură o folosire mai eficientă a combustibilului nuclear. Reactoarele simple produc „abur umed" la temperaturi de aproximativ 300°C, în timp ce aburul supraîncălzit la 540°C, necesar funcționării turbinelor moderne, nu poate fi obținut decît prin intermediul reactoarelor de temperaturi înalte. Marele avantaje al reactoarelor regeneratoare rezidă în faptul că se produce mai mult combustibil nuclear decît se consumă. Ele sînt puse în funcțiune cu o șarjă de uraniu îmbogățit sau plutoniu obținut în reactoarele cu apă ușoară. Aceste reactoare produc combustibil pentru uzul propriu și pentru alte reactoare, transformînd uraniul nefisionabil U-238 în putoniu fisionabil Pu-239 și thoriul nefisionabil Th-232 în uraniu fisionabil U-233. Reactoarele regeneratoare pot asigura un grad de valorificare de 60-70 de ori mai mare a rezervelor de uraniu, dar ele sînt mai periculoase decît reactoarele cu apă ușoară, prin volumul mare de deșeuri greu de înlăturat.

Energia nucleară mai prezintă și un alt avantaj față de combustibilii fosili, fiind un purtător de energie nepoluant. Edward Teller, părintele bombei cu hidrogen, afirma că : „Reactoarele nucleare sînt o binefacere fiindcă sînt curate". Însă cantitatea de căldură produsă pe această cale este cu mult mai mare decît poate fi transformată în electricitate. Pare ciudat că tocmai aceste instalații ultramoderne de obținere a energiei sînt cuplate cu una dintre cele mai vechi tehnologii, a turbinelor cu abur. Numai 1/3 din energia termică obținută este convertită în energie electrică. Restul căldurii se pierde. Dacă ocrotirea populației de radiații pare relativ simplă, înlăturarea enormei cantități de căldură produsă în reactorii nucleari constituie, în schimb, o problemă dintre cele mai dificile. Visul de a recurge la tehnologia reactorilor nucleari pentru a preveni iminenta penurie de energie riscă să se trans-

forme într-un coşmar, dacă nu se va reuşi să se pună la punct tehnologii noi de valorificare judicioasă a energiei termice degajate.

În mileniul următor, o rezolvare spectaculoasă a necesităţilor energetice o poate aduce fuziunea nucleară. Avantajele sînt de pe acum evidente. Deşeul principal al unor asemenea centrale este heliul, ce nu poluează atmosfera ca bioxidul de carbon din centralele clasice şi nici nu ridică probleme de iradiere ca la centralele bazate pe fisiunea uraniului sau a plutoniului. Totodată, luînd în considerare randamentele termice mult mai mari, va exista o mai mică poluare termică locală a apelor utilizate pentru răcirea în condensatoare şi, deci, o transformare directă a energiei termice în energie electrică. Toate aceste beneficii impun ca energia nucleară de fuziune să devină una din sursele preferate de energie pentru viitor. În prezent, însă, ea este considerată ca o altă sursă alternativă, obţinerea controlului rămînînd încă marea speranţă, şi se întreprind cercetări de-a dreptul uluitoare pentru transformarea energiei termice în energie electrică, prin aşa-numiţii generatori magnetohidrodinamici. Fuziunea nucleară consumă deuteriu, ce se găseşte în cantităţi uriaşe în oceanul planetar, putînd fi obţinut mai uşor decît petrolul, cărbunele şi uraniul. Mai mult, asemenea reactoare nu pot scăpa de sub control, iar radioactivitatea este redusă şi poate fi bine controlată. Însă, 25 de ani de cercetări nu au furnizat rezultatele scontate, progresul este lent şi nu se ştie dacă soluţia necesară va veni înainte de sfîrşitul secolului. Aportul tehnologiei trebuie să suplinească condiţiile avantajoase de care dispune Soarele : o enormă energie de compresie într-un spaţiu cît mai mic. Dispunînd de forţe gravitaţionale reduse, pămîntenii sînt nevoiţi să menţină coeziunea protonilor şi electronilor „fierbinţi", adică bogaţi în energie, cu ajutorul cîmpurilor magnetice. În starea de plasmă, electronii şi nucleele se mişcă liber, fapt ce permite cîmpurilor magnetice să acţioneze asupra plasmei.

Investigarea procesului a impus o serie de instalații tehnologice, dintre care cu două se continuă în prezent cercetările și de la care se așteaptă răspunsul afirmativ : *stelaratorul* și *tokamakul*.

Principiul de bază este același : într-un recipient toroidal — cu un diametru de aproape 2 m — sînt confinate, cu ajutorul unui cîmp magnetic, nucleele și electronii unei plasme. Pentru ca să se declanșeze reacția nucleară producătoare de energie, nucleele de deuteriu și tritiu, izotopii grei ai hidrogenului, trebuie comprimați la presiune și temperatură înaltă pînă la fuzionarea lor. În afară de confinarea plasmei, cîmpurile magnetice au și rolul de a împiedica ciocnirea particulelor fierbinți și rapide de plasmă de pereții instalației, căci s-ar desprinde atomi reci din pereți, care, pătrunzînd în plasmă, întrerup procesele de fuziune.

Confinarea plasmei este soluționată în mod diferit la *stelarator* și la *tokamak*. La primul, cîmpul magnetic este creat prin amplasarea unor bobine în jurul torului. Cu toate acestea, experiențele efectuate pe variantele primare de la Princeton, S.U.A., în deceniul '50, nu au putut fi dezafectate de impactul periferic. Ba, mai mult, fenomenul urma să se intensifice o dată cu creșterea temperaturilor și dimensiunilor instalațiilor, încît experiențele au fost sistate în 1969, în favoarea tipului *tokamak*.

Instalațiile de tip *tokamak*, construite pentru prima oară în U.R.S.S., funcționează cu un sistem de confinare *compound*. În afara bobinelor înfășurate în jurul torului, se mai realizează un cîmp magnetic în jurul plasmei cu ajutorul unui curent electric introdus în plasmă, printr-un transformator. Acțiunea conjugată a celor două cîmpuri magnetice menține plasma sub forma unui inel îngust de-a lungul torului. Inconvenientul soluției constă în capacitatea limitată de stocare a transformatorului, fiind necesară reîncărcarea periodică a acestuia, deci o exploatare în impulsuri. Un cercetător a sintetizat asemănarea unei instalații de fuziune de tip *tokamak* „cu o termocentrală cu cărbune ce ar fi oprită din

2 în 2 ore pentru a evacua cenușa." În cazul *tokamak* mai apare și un alt inconvenient : vibrația plasmei, ce introduce curenți care întrerup brusc fenomenul de descărcare în plasmă.

La Institutul *Max Planck* din Garching, R.F. Germania, se încearcă, de cîțiva ani, eliminarea acestui inconvenient prin îmbinarea avantajelor celor două instalații aflate în competiție. La varianta constructivă, principiul *tokamak* servește numai la punerea în funcțiune a instalației. Adică, plasma este confinată și încălzită în faza inițială cu ajutorul unui transformator, apoi rolul furnizorului de energie este preluat de particulele neutre, injectate în plasmă. Metoda constă în introducerea permanentă în plasmă a unui jet de particule fără încărcătură electrică. Neutronii pot pătrunde adînc în plasmă, iar energia lor cinetică este, în parte, absorbită de plasmă, ducînd la creșterea temperaturii și la compensarea pierderilor de gaze. La nici un tip de stelarator nu s-a reușit, pînă în prezent, să se oprească complet în această fază curentul furnizat de transformator, care asigură încălzirea inițială. Funcționarea fără curent mai prezintă, în plus, avantajul că, datorită cîmpului magnetic extern, sînt suprimate instabilitățile de curent. Reușita de la Garching a găsit ecou și la Princeton, unde se intenționează acum reluarea experimentelor la stelarator.

Desigur, este vorba de rezultatele intermediare în cadrul unor proiecte de perspectivă, așa că speranțele în legătură cu descoperirea unei surse inepuizabile de energie mai par premature la ora actuală. În ciuda unor avantaje prezentate teoretic, alternativa creează mari dificultăți legate de volumul investițiilor necesare pentru o asemenea filieră nucleară.

Actualmente, energia se află la ora „tranziției", de la „era hidrocarburilor" la „era" unor surse noi și regenerabile aflate din abundență pe suprafață și în subsolul planetei. O tranziție grea, inevitabilă, despre ale cărei imperative vorbesc măsurile concrete adoptate de numeroase guverne și la care se adaugă celelalte frămîntări

ale epocii noastre. Desigur, sursele noi, considerate a fi promițătoare, sub rezerva unor eforturi perseverente, naționale și globale, pentru punerea lor în valoare, nu vor înlocui în totalitate sursele clasice, cel puțin într-un viitor previzibil. În fapt, ele sînt surse primare la care s-a recurs timp îndelungat pînă cînd, în secolul al XX-lea, dezvoltarea industriei cărbunelui, a petrolului și acum, a atomului, a făcut ca tehnicile tradiționale să fie abandonate.

Dintre „noile", surse de energie, menite a fi cercetate și dezvoltate în viitor, se evidențiază următoarele : energia solară, eoliană, marină, geotermică și biomasa. Pentru fiecare din aceste direcții s-au constituit, de mai multă vreme, grupuri specializate O.N.U., întrunind experți din toate țările, care să prezinte concluzii și estimări asupra rolului noilor surse în economia mondială, pînă în anul 2000.

Toate energiile neconvenționale vor putea fi cuplate numai dacă vom dezvolta tehnologiile necesare folosirii lor practice și eficiente. Cheia se află însă în răspunsul la întrebarea : Cît ? Cît timp, cîte eforturi, cîte fonduri, cîte modificări ale mediului înconjurător vor fi necesare ? Pînă atunci, principalul înlocuitor al petrolului, în vederea satisfacerii nevoilor energetice, în viitorul apropiat, va trebui să fie tot cărbunele, ce îmbogățește Pămîntul de 10 ori mai mult decît petrolul, deși ponderea în actuala balanță energetică mondială este cu 50% mai mică. Viitorul cărbunelui depinde, însă, în primul rînd, de punerea la punct a noilor tehnologii, pentru a-l apropia de punctul de rentabilitate. Printre acestea figurează fluidizarea cărbunelui și gazeificarea, simplă și în combinație cu reactorul nuclear de temperaturi înalte.

Prin fluidizare pot fi obținuți înlocuitori pentru aproape toate produsele de țiței brut, de la păcura grea și ușoară pînă la carburanți. Cu ajutorul procedeului de gazeificare se obține gaz de sinteză de calitate similară gazelor naturale. Gazul de sinteză poate servi ca materie primă în industria chimică, la producerea metano-

lului, folosit ca adaos la benzină, ca gaz de ars, la producerea de energie electrică și la reducția directă a minereurilor de fier.

Mai rentabilă decît gazeificarea alotermă a cărbunelui este gazeificarea la care cărbunele se constituie în materie primă, fără a furniza energia calorică reclamată de proces, ea fiind asigurată de un reactor atomic de temperatură înaltă. Această tehnologie permite un grad de valorificare amplificat cu 40%. Aplicarea ei pe scară industrială va fi posibilă abia la sfîrșitul deceniului '90.

David Fischer, directorul adjunct al A.I.E.A., consideră că, pe termen scurt, nu este posibilă o sporire accentuată a producției de energie pe bază de cărbune sau combustibili nucleari, și nu se așteaptă să se obțină prea mult din sursele alternative. Ca atare, bătălia pentru energie nu poate și nu trebuie să se rezume numai la descoperirea de noi resurse de combustibili fosili sau de tehnologii pentru utilizarea izvoarelor alternative, ea trebuie să vizeze, în egală măsură, procesul exploatării, transformării, transportului și utilizării, posibilitățile dovedindu-se imense, căci pe o perioadă încă îndelungată consumul energetic se va sprijini, preponderent, pe resursele nerecuperabile, și pe măsura devorării lor, cheltuielile de exploatare vor crește.

Energia, pentru a deveni utilizabilă, trece de la faza potențială de zăcămînt la faza consumabilă, sub formă de căldură sau electricitate, prin diferite faze intermediare de prelucrare : exploatare, tratare (prelucrare sau îmbogățire în conținut util), conversiune, transport, distribuție. Randamentul tehnologic de ansamblu al unui asemenea flux este apreciat la o medie de 30%. Pierderile sînt tehnologic nerecuperabile, dispersîndu-se în afara sistemului. Luînd în calcul și randamentul instalațiilor de exploatare, rezultă că 85% din potențialul energetic al resurselor nu ajunge să fie utilizat. Iată deci că numai îmbunătățirea continuă, fără etape de palier, a tehnologiilor de proces poate oferi singura soluție certă de susținere a structurii industriale existente, pe perioada următoare, de revoluționare a formelor de exploatare.

Starea lichidă de existență a energiei a radicalizat, în mod concret, secolul nostru. Petrolul poate fi considerat drept primul combustibil de tip universal, materialitatea lui penetrînd în toate tehnologiile consumatoare de energie, lucru ce nu se poate afirma și despre ceilalți combustibili cunoscuți pînă atunci și nici chiar despre combustibilul nuclear, deși majoritatea specialiștilor îl consideră, pe acesta din urmă, ca bornă în sistemul energetic închis.

Energia viitorului va fi produsă cu ajutorul hidrogenului ! Iată o afirmație ce stă pe buzele tuturor, căci, hidrogenul, acest gaz incolor, inodor, insipid, inflamabil, cunoscut ca element de compoziție a apei, deține un loc de frunte în fenomenele ce au loc în spațiile interplanetare și în primul rînd în ciclul chimic fundamental al Soarelui. Arzînd cu flacără albastră, elementul cu cea mai simplă structură, dezvoltă o căldură neobișnuită — de 3,7 ori mai multă decît carbonul și de 2 ori mai multă, dar la greutate egală, decît gazul metan — rezultînd un singur deșeu : apa. De aceea savanții sînt de acord în a defini această formă a energiei drept cea mai nepoluantă modalitate de obținere cunoscută pînă în prezent. Cum apa, materia primă, se găsește în cantități practic inepuizabile, transportul la distanță cu conducte sau tancuri devine inutil, asigurîndu-se și în felul acesta reducerea prețului de cost.

Desigur, pentru a obține aceste avantaje, trebuie realizată problema acumulării hidrogenului în cantități uriașe printr-un procedeu cît mai economicos. La nivelul actual al tehnologiilor, producerea hidrogenului, în orice cantitate, nu mai prezintă nici o dificultate. Inconvenientul persistă în imposibilitatea de a nu recurge la purtători clasici de energie, or o asemenea soluție ar fi absurdă din moment ce hidrogenul este chemat să substituie resursele energetice convenționale. Preocupările tehnologilor sînt îndreptate în direcția găsirii unui procedeu de disociere a apei cu ajutorul energiei nucleare, singura în măsura viitorului ce prezintă o soluție avanta-

joasă. Această „fisiune" a apei nu a reușit pînă în prezent. Tehnologia ar furniza hidrogenul, ca produs principal, și oxigenul, ca produs secundar, la un preț de cost relativ redus. Să vedem despre ce este vorba.

Din multitudinea reacțiilor chimice generatoare de hidrogen se detașează, în primul rînd, ciclul termochimic, format din înlănțuirea diferitelor reacții chimice în prezența unui catalizator special. Acesta amorsează ciclul neîntrerupt al reacțiilor fără a consuma sau regenera, asigurînd succesiunea lor pînă la reacția brută, în decursul căreia se eliberează hidrogenul. Dintre catalizatorii propuși, oxidul feric și clorul par a întruni cele mai bune calități. Nu se știe însă cînd se va reuși să se rezolve descompunerea apei și obținerea de hidrogen printr-un ciclu termochimic, avînd în vedere obstacolele existente. Între timp, cercetătorii americani și vest-germani au optat pentru un ciclu metal-sulf, ce oferă, în prezent, cele mai mari perspective. Dacă se va reuși producerea de hidrogen din apă printr-un asemenea proces tehnologic, nimic nu va mai sta în calea valorificării sale ca sursă energetică a viitorului, așa cum, de altfel, profețise Jules Verne.

O utilizare masivă a hidrogenului implică probleme inerente apariției unei tehnologii revoluționare. Mai întîi, problema transportului și a depozitării lui. Tehnologiile actuale răspund cu bine acestor cerințe. Se forează deja în S.U.A. și în Africa de Sud conducte cu lungimi de pînă la 100 km pentru transportul hidrogenului la mare presiune. În R.F. Germania există o rețea de distribuție a gazelor cu înalt conținut de hidrogen, cu o lungime de peste 200 km, încă din 1940. Hidrogenul lichid beneficiază de transport feroviar, rutier și naval, cu capacități unitare de la 100 000 l pînă la 1 000 000 l. Bineînțeles că pe timpul transportului trebuie să se asigure o bună izolare termică, pentru a minimaliza pierderile prin evaporare. În această direcție s-au atins chiar performanțe, ca de exemplu tancurile de depozitare de la Cape Canaveral — 0,03% pe zi pentru un bazin de

4 000 000 l, ceva mai mult decît trebuie pentru un zbor spre Lună.

În problema conservării hidrogenului lichid, o mare importanță o are și forma cuantică în care se află. La temperatura obișnuită, hidrogenul este constituit dintr-un amestec de orto și parahidrogen. Pe măsură ce temperatura scade, se produce o conversie a ortohidrogenului în parahidrogen. Acest lucru, însă, nu se produce instantaneu și va continua și în masa hidrogenului lichid, degajînd căldură, ce va accentua rata de evaporare. În acest sens se formează, în prealabil, conversia cu ajutorul unor catalizatori.

Tehnologiile moderne propun soluții inedite pentru depozitarea hidrogenului gazos, și anume, în formațiuni geologice profunde. În S.U.A. ființează deja 300 de asemenea depozite, mai ales în zăcămintele epuizate de petrol și gaze. Chiar dacă nu există la îndemînă asemenea zăcăminte epuizate, ele se pot amenaja în straturile permeabile. Formația geologică de amplasament trebuie să prezinte un strat poros, acoperit bine cu un alt strat impermeabil, capabil să suporte mari presiuni fără a facilita scurgerile.

Tehnologiile chimice par să ușureze rezolvarea greutăților legate de transport și depozitare, propunînd trecerea hidrogenului în combinații chimice cu mare conținut de hidrogen, care să poată fi utilizate direct ca combustibili sau după conversia în hidrogen.

Faptul că hidrogenul este, practic, nepoluant, îi conferă avantaje substanțiale în concurența viitoarelor variante energetice. Actualmente se pune accentul pe angrenarea tehnică a hidrogenului în circuitele energetice moderne, nu ca sursă primordială de energie, ci ca o verigă importantă în vehicularea acestei energii. Faptul că rachetele „Saturn", care au depus omul pe Lună, au fost încărcate cu aproape 3 000 000 l de hidrogen lichid, exemplifică maturitatea tehnologică a soluției. Viitorologii prevăd și utilizarea hidrogenului în metalurgie, în faza procedeelor deja cunoscute în sinteza chimică.

Oxigenul ce va rezulta ca produs secundar va fi întrebuințat de asemenea cu mare eficiență economică tot în metalurgie, la tratarea deșeurilor, la aerarea bazinelor piscicole, etc.

Oricum, sperăm în totalitatea energetică a hidrogenului, viitorul rezervîndu-ne surprize fericite și nu în genul celor de tristă amintire a bombei cu hidrogen.

Invazia gîndacilor de nisip

În 1980, la *Science Museum* din Londra s-a dedicat o expoziție a „microcircuitului". Evenimentul a rămas la dispoziția publicului timp de un an, marcînd, fără să ne dăm seama, 32 de ani de revoluție extensivă și intensivă, ani în care am ajuns de la un sistem de creier electronic ce cîntărea 30 t la microcomputerul de cîteva sute de grame, beneficiind de o tehnologie ce a restrîns exprimarea spațială și a combinat materia, informația și energia în dispozitive neverosimil de mici, pentru a fi lansate în spațiu și destul de minuscule pentru a fi introduse într-o inimă. Cu greu ne putem da seama că totul a trecut pe deasupra capetelor noastre și puțini din publicul larg știu ce s-a întîmplat în 1948 și ce-a însemnat acel lucru.

La 23 decembrie 1947, 3 oameni de la *Bell Telephone Laboratories*, William Bradford Shockley, Walter Houser Brattain și John Bardeen, și-au încheiat sarcina de a realiza un amplificator cu corp solid. Opt ani mai tîrziu cei trei primeau consacrarea și o treime din Premiul Nobel „pentru cercetările lor asupra semiconductorilor și descoperirea efectului tranzistor". Colaboratorul lor John Pierce a sugerat ca astfel de amplificatoare să fie numite tranzistoare, deoarece ele transferă un semnal electric prin ceea ce, în mod obișnuit, denumim un rezistor.

Prin anii '40, savanții de la *Bell Telephone* se interesau primii de proprietățile germaniului și siliciului, în vederea înlăturării deficiențelor tuburilor radio. In-

trarea Statelor Unite în război accelerează cercetările asupra acestor cristale, pentru utilizarea lor în vederea obținerii unor detectoare eficiente în radiolocație. Cînd Shockley s-a alăturat echipei, Brattain era deja unul din oamenii de bază ai grupului. Propunîndu-și să realizeze dspozitive semiconductoare capabile să amplifice semnale în regim similar triodei, el exploatează o idee mai veche a lui Oscar Heil. În fapt era vorba de modularea rezistenței unui strat subțire de germaniu prin intermediul unui cîmp electric exterior, indus printr-un electrod izolat de strat. Amplificarea obținută însă era cu mult mai mică decît cea prevăzută teoretic. Încercînd să explice reușita parțială, Bardeen avansează idei noi privind comportarea electronilor și golurilor.

Apărea ca posibilă realizarea unui dispozitiv cu corp solid, utilizînd un cristal de germaniu, la care ambele capete sînt de tip *n*, separate printr-un strat subțire de tip *p*, astfel încît electronii pătrunși în el au o foarte mică probabilitate să fie captați de golurile din interior. De fapt, acest aranjament este un sistem tranzistor. Regiunea comună este numită „bază", în timp ce regiunile extreme, de același tip, sînt denumite „emitor" și „colector". Dacă conectăm regiunea *p* la o sursă de curent alternativ, aceasta poate controla trecerea unui curent similar, dar mult mai mare. Cu alte cuvinte, acționează ca un amplificator, precum grila tuburilor electronice.

Cercetările grupului de la *Bell Telephone* au urmărit, în principal, tocmai acest lucru : obținerea unei amplificări, asemănătoare cu cea a tubului cu vid, la un semiconductor plan, ceea ce se va concretiza la tranzistoarele cu efect de cîmp. Ideea va aparține lui Shockley și G.L. Pearson.

Or, primul tranzistor realizat a fost cel cu contacte punctiforme, autori fiind Bardeen și Brattain. Succesul a fost făcut public în numărul 74, din 1948, al prestigioasei *Physical Review*.

Brattain, verificînd ideile lui Bardeen — pornind de la un contact punctiform metal-semiconductor : wolfram-germaniu — măsoară rezistența ansamblului, investigînd

zona limitrofă contactului cu un electrod fin de wolfram, şi constată apariţia unor fenomene noi. Cristalul de germaniu era fixat pe o placă metalică, iar electrozii de wolfram penetrau în suprafaţa cristalului la o distanţă, unul de altul, de cîteva zecimi de milimetru. Suprafaţa cristalului se transforma într-o regiune *p*, datorită oxigenului din aer difuzat în interior. Un electron era conectat la polul pozitiv, iar celălalt la polul negativ, ambele circuite închizîndu-se prin placa metalică. În circuitul cu regiunea *p*, conectată la polul negativ, curentul nu trecea, căci golurile erau neutralizate de tensiunea negativă a vîrfului şi regiunea *n* era sărăcită de electroni, care se scurgeau în placa metalică. Aplicînd celuilalt electrod o tensiune pozitivă, golurile erau injectate în cristal şi prin ele se stabilea curentul. Tranzistorul cu contacte punctiforme (vîrfuri metalice) al lui Bardeen şi Brattain nu se va impune, datorită imposibilităţii repetării unor caracteristici identice pentru un număr mare de exemplare.

Tranzistorul cu joncţiuni, descris teoretic înainte de a fi realizat fizic, se naşte în 1952, din colaborarea lui Shockley cu M. Sparks şi G.K. Teal. Multă vreme, el a fost prezentat, superficial, fie ca un „sandwich" de 3 regiuni dopate diferit, aşezate în ordinea *npn* sau *pnp*, fie ca un montaj de 2 diode semiconductoare, montate în opoziţie, cărora li se asigură o bază comună. Ambele prezentări sînt admisibile, dar cu anumite corecţii. Pentru prima descriere trebuie specificată imaginea unui „sandwich" fără tăieturi nete. Regiunile *pnp* sau *npn*, ce alcătuiesc emitorul, baza şi colectorul, trebuie realizate în acelaşi material. Şi pentru prima descriere şi pentru cea de-a doua este nevoie de a se sublinia că lăţimea bazei trebuie să fie mai mică decît lungimea de difuzie a purtătorilor în bază. Numai în acest mod se poate asigura un control al curentului prin joncţiunea colector-bază cu ajutorul curentului din joncţiunea emitor-bază. Aceasta este însăşi esenţa efectului tranzistor pentru care cei trei oameni de ştiinţă au primit, în 1956, Premiul Nobel pentru fizică.

Inventarea tranzistorului a speriat marile firme, care au văzut în aplicarea sa mai degrabă o ameninţare decît un avantaj. Numai firma *Bell*, în ale cărei laboratoare se născuse tranzistorul, a dezvoltat descoperirea. În 1953, *Raytheon* a fost prima companie ce i-a dat o exploatare comercială, fabricînd proteze acustice tranzistorizate. După 3 ani, un număr de 25 de companii expuneau, deja, pe piaţă astfel de proteze, care puteau fi încastrate în rama ochelarilor sau în canalul auditiv. *Regency* a fost primul radioreceptor ce a apelat la tranzistor, dar care nu s-a bucurat de succes comercial decît după 2 ani, cînd firmele japoneze vor lansa o avalanşă de radioreceptoare portabile cu tranzistori.

Tranzistorul, îndeplinind funcţia unui tub electronic, corectează toate dezavantajele acestuia. În primul rînd, nu reclamă vid pentru a izola diversele elemente ale structurii sale. Porţiuni ale cristalului pot juca ele însele rolul de izolatori. Dintr-o dată se renunţă la tehnologiile complexe de vidare şi la tuburile fragile de sticlă. Cristalele sînt izolatori mai eficienţi decît vidul, astfel că elementele tranzistorului pot fi separate prin distanţe microscopice, fără pericol de contact. Aceste avantaje au deschis drum miniaturizării electronicii. Deci tranzistorul este mic şi ieftin, lucrează la temperatura camerei, neavînd nevoie de timp de preîncălzire, consumă puţină energie, deoarece nimic nu trebuie încălzit şi menţinut fierbinte. Inexistenţa delicatului filament dă robusteţe şi o mare fiabilitate de funcţionare.

Desigur că, la început, dispozitivele cu semiconductori inmagazinau şi un mare dezavantaj, acela de a fi confecţionaţi dintr-un material foarte pur la care trebuiau adăugate cantităţi precise de impurităţi. Cînd cantităţile sînt mai mari sau mai mici, sau dacă sînt impurităţi necorespunzătoare, ansamblul nu lucrează cum trebuie. S-au imaginat tehnologii noi de purificare. În 1952, William C. Pfann introduce tehnica topirii zonale. Capătul unei vergele de germaniu este plasat în orificiul unui element de încălzire de forma unei gogoşi şi este încălzit pînă se

topește. Atunci, vergeaua de germaniu este mișcată ușor prin orificiul încălzitorului, încît topitura unge vergeaua. Impuritățile din vergea tind să rămînă în masa topiturii. După cîteva treceri succesive ale vergelei prin orificiul încălzitorului celălalt capăt al vergelei este retezat și ceea ce rămîne din vergeaua de germaniu este foarte pur. După 1955, tehnologiile de fabricație perfecționîndu-se, tranzistorul devine un produs comercial de mare serie. Dar în timp ce marile firme nu aveau să înțeleagă imediat importanța tranzistorului, oamenii de știință își propuneau deja să utilizeze siliciul în așa fel încît să elimine orice impuritate. Ca într-un roman de aventuri, acești cercetători s-au reunit, aproape toți, în *Santa Clara Valley*, lîngă San Francisco, localitate care a fost denumită ulterior *Silicon Valley*.

Am văzut că primul tranzistor, realizat practic de Brattain și Bardeen, era confecționat din germaniu. De asemenea și primul trazistor cu joncțiuni a fost realizat din germaniu și sub această formă a dominat, timp de un deceniu, piața dispozitivelor solide. Realizarea, în 1952, de către Gordon Teal, a primului tranzistor cu siliciu, atrage atenția asupra acestuia. De ce siliciu și nu germaniu ? Producerea de noi dispozitive semiconductoare, dar mai ales evoluția tehnologiilor, vor consacra siliciul ca principal material semiconductor.

Deși, în 1942, F. Seitz își efectua cercetările de purificare pe siliciu, iar, în anul următor, era pus la punct procedeul de impurificare al lui Theurer, tot pentru siliciu, în prima perioadă a fost folosit germaniul, deoarece la *Bell Telephone* se lucra cu germaniu. Pentru acest material au pledat și proprietățile sale. Trecînd în revistă principalii parametri fizici ca : conductibilitatea la temperatură normală, lărgimea benzii de energie interzisă, mobilitatea electronilor și a golurilor, precum și parametrii tehnologici, cum ar fi : posibilitățile de extracție, prepararea și purificarea, temperatura de topire, modul în care se reacționează chimic în stare topită și la temperaturi înalte cu alte elemente, stabilitatea chimică a suprafeței, distingem avantaje nete pentru ger-

maniu, cu toate că acesta este mult mai rar în comparație cu siliciul. E normal ca pentru faza de început a industriei dispozitivelor semiconductoare ele să fi fost hotărîtoare. Și totuși, accesibilitățile tehnologice au decis, în principal, utilizarea germaniului. În perioada timpurie, germaniul se purifica mai ușor. În plus, metoda alierii era principala tehnologie de obținere a joncțiunilor. Ea prezenta nenumărate avantaje pentru germaniu și multe inconveniente pentru siliciu. Elementele grupei VI formează cu siliciul eutectice fragile, cu coeficienți de dilatare neconvenabili, împiedicînd realizarea de joncțiuni uniforme pe suprafețe mari. Tehnologia topirii zonale a lui Pfann, de care aminteam mai înainte, a permis obținerea de monocristale de siliciu de înaltă puritate, precum și distribuirea uniformă a impurităților. Era perioada cînd Gordon Teal anunța succesul tranzistorului său cu siliciu.

Ideea lui Shockley de a realiza tranzistorul cu efect de cîmp nu l-a părăsit niciodată și, în 1952, el publică un studiu asupra unui tranzistor în care curentul să fie dat numai de un tip de purtători, controlul urmînd a fi asistat de un cîmp electric indus printr-un electrod exterior. Ideea s-a dovedit extrem de fertilă pentru dezvoltarea ulterioară a electronicii, deschizînd calea către realizarea circuitelor integrate.

Construcția îngloba 2 joncțiuni p de o parte și de alta a unei bare de germaniu de tip n. Peste regiunile p, depuse, se aplicau contacte metalice ce constituiau poarta. Pe cele 2 capete erau aplicați 2 electrozi, „sursa" și „drena". Curentul ce circula în sensul sursă-drenă era format dintr-un singur tip de purtători. Modulînd conductibilitatea prin intermediul cîmpului aplicat pe poartă, se obținea efectul de cîmp. Dar procedeele tehnologice : mascarea, difuzia, pasivizarea suprafețelor etc., nefiind puse la punct, nu s-a putut trece la producție de serie. În 1958, în Franța, Stanislas Teszner trecea de la blocul paralelipipedic de material semiconductor la bara cilindrică pe care realiza aceeași construcție. A botezat dispozitivul *technetron*. La aplicarea unor tensiuni mari se genera în

masa blocului, între sursă şi drenă, un culoar circular de diametrul foarte mic, prin care conduceau electronii. Cu tot cîştigul de putere şi buna funcţionare la frecvenţe înalte, constrcţia nu permitea o dicipare corespunzătoare a puterii, ceea ce a implicat realizarea unei noi structuri. Totuşi, *technetronul* a constituit primul succes comercial al tranzistorului cu efect de cîmp.

Acelaşi Teszner va lansa, în 1961, noua structură multi-canal denumită *gridistor*. Însă cercetătorii americani menţineau avantajul dobîndit în domeniul dispozitivelor semiconductoare, graţie noilor tehnologii. În anul în care Shockley, Bardeen şi Brattain primeau medaliile Nobel, tot la *Bell Telephone,* Clavin S. Fuller, acelaşi care a echipat satelitul *Vanguard* cu fotopile, anunţa succesul unei noi tehnologii de obţinere a joncţiunilor : difuzia cu gaz purtător în tub deschis. În afara unei productivităţi ridicate, procesul permitea dobîndirea unei difuzii duble pentru structurile de tranzistoare. Anul următor, C. J. Froch descoperea efectul de mascare cu oxid de siliciu, lucru ce permitea o difuzie localizată pe suprafaţa semiconductorului. Difuzia, dar mai ales mascarea cu oxid de siliciu au permis fabricarea de structuri de tranzistoare cu efect de cîmp performante şi, în special, trecerea la un nou tip : tranzistorul cu efect de cîmp cu oxizi.

Era momentul cînd devenea tot mai evident că germaniul pierdea teren în faţa siliciului. Un reviriment pentru germaniu îl va constitui perfecţionarea tehnologiei *mesa,* ce permitea realizarea de tranzistoare cu germaniu pentru frecvenţe ridicate. Dar, în 1959, Jean Hoerni, fost colaborator al lui Shockley, pune la punct tehnologia de obţinere a tranzistorului planar, mai simplă decît tehnologia *mesa,* combinînd inspirat avantajele difuziei cu cele ale mascării cu oxid de siliciu. Rezultau tranzistoare într-un spectru larg de frecvenţe şi puteri.

În jurul anilor '60, tranzistorul cercetătorilor nu mai era dispozitivul semiconductor cu 3 electrozi. Deja denumirile lor consacrate nu mai erau proprii decît tranzis-

torului bipolar, cu joncțiuni, devenit atît de repede „clasic".

Tranzistorul cu efect de cîmp cu oxizi (MOSFET), circuitul integrat al lui Jack Kilby și circuitul integrat monolitic al lui Robert Noyce, dar mai ales tranzistoarele cu straturi subțiri (TFT), anunțate, în 1961, de P. Weimar, introduc electronica în „era circuitului integrat". Tranzistorul își pierde, acum, interesul pentru cercetători, după o lungă perioadă de 13 ani, în care a generat schimbări în cele mai diverse domenii, cu implicații încă imposibil de estimat asupra dezvoltării lor ulterioare. Își va menține utilitatea, dar rolul hotărîtor îl preia, pentru următorii 15 ani, circuitul integrat. Tehnologiile vor contribui din plin la acest lucru.

Se anunță posedarea unei noi tehnologii : creșterea epitaxială. Pe o suprafață de siliciu se obțin straturi cu grosimi controlabile și cu doparea dorită, și, ceea ce este mai important, noul strat are o structură cristalină identică cu a stratului de bază. Combinarea cu tehnologia *mesa* sau *planară* a dat naștere la structurile cunoscute : *mesa-epitaxiale* ori *planar-epitaxiale*. Atingînd un asemenea rafinament tehnologic, dezavantajele siliciului din perioada de început nu mai contau. Mai mult, un dezavantaj net ca acoperirea rapidă cu un strat de oxid într-o atmosferă oxidantă s-a transformat într-un avantaj al siliciului, care devine materialul de bază al circuitelor integrate.

Grație noilor tehnologii de înaltă precizie : fotogravarea cu o rezoluție de ordinul micronilor, epitaxia, mascarea, difuzia la temperaturi înalte etc., a devenit posibilă realizarea pe aceeași placă de siliciu, cu dimensiuni de ordinul zecimilor de milimetru, a multor tranzistoare, diode rezistoare. etc., interconectate între ele după o schemă de montaj dat și îndeplinind o funcție dată. Aceste componente electronice se obțin prin realizarea în placa de monocristal a unor zone echivalente, cu elemente active și pasive care în ansamblu îndeplinesc funcțiile unei scheme electronice. Utilizînd procedeul difuziilor succesive și al creșterii epitaxiale în construcția circuitelor integrate, se

obţin produse remarcabile, capabile să lucreze la frecvenţe ridicate şi să confere izolaţii perfecte între componente şi conexiuni. Manufacturarea conexiunilor între componente se face prin termocomprimarea firelor conductoare extrem de fine şi prin interconectare optică.

Să parcurgem etapele fluxului tehnologic, pentru a realiza inimaginabilul ce se ascunde în spatele său. Componentele şi interconexiunile sînt prelucrate într-o singură operaţie. Introducerea impurităţilor se efectuează prin difuziunea de atomi de bor şi fosfor, sau prin injectare de atomi ionizaţi. Pentru ca ionii străini să se implanteze dirijat, placheta de siliciu este acoperită, în prealabil, cu un strat de oxid de siliciu, ce se îndepărtează cu ajutorul fotolitografiei în locurile repartizate pentru dopare. Structura este materializată pe măşti, cu ajutorul unei maşini de desenat, asistată de un calculator, pentru a putea fi, apoi, transpusă pe cristalul de siliciu, tot prin fotolitografiere. Urmează interconectarea cu cablaje de aluminiu, imprimate prin vaporizare.

Pe un disc cristalin de siliciu cu diametrul de aproximativ 10 cm se realizează simultan sute de circuite integrate. Debitarea din discul de cristal se face cu o sculă de diamant. *Chip*-ul gata conectat se montează într-o capsulă ceramică sau din material plastic. Legăturile electrice cu conexiunile exterioare sînt asigurate cu fire de aur, de 2 ori mai subţiri decît firul de păr.

După 1972, în fabricarea circuitelor integrate s-a generalizat tehnologia implantării ionice, ca urmare a creşterii gradului de integrare, a necesităţilor impuse de performanţe şi de stabilitate în funcţionare, precum şi de cerinţele de microclimat (temperatură, umiditate, şocuri mecanice etc.). Tehnologia întrebuinţează ioni de energie medie (200 000 eV), necesari pentru doparea semiconductoarelor cu anumite tipuri de impurităţi. Cu ajutorul unui fascicul adecvat se pot realiza măşti pentru circuite peliculare, cu dimensiuni de miimi de milimetru ale elementelor, spre deosebire de cele obţinute prin fotolitografiere sau gravare eletrochimică, unde dimensiunile microele-

mentelor măștilor sînt de sutimi de milimetru. De exemplu, utilizînd un fascicul de ioni, cu un diametru de 100 A, se desenează microscheme cu dimensiuni ale elementelor (active și pasive) de ordinul sutelor de microni. Se atinge o densitate de montaj de pînă la 10^7 elemente pentru 1 cm^2 ! Implantarea ionică a permis un control mai eficace al realizării joncțiunilor p-n, reducînd la minimum capacitățile parazite. Asemenea avantaje apar din posibilitățile de reglare și ajustare ale parametrilor fasciculului ionic și, implicit, din reglarea adîncimii de dopare, la stabilirea traiectului și configurației regiunii active. Astfel de circuite monolit au permis atingerea unor enorme densități de montaj, simplificarea fluxului tehnologic, reducerea la maximum a numărului de conexiuni, fiabilitate mare etc. Dar marele merit al circuitului integrat nu este faptul existenței sale, ci .deschiderea drumului către *microprocesor*, prin stocarea de unități centrale de calcul.

Noua componentă constructivă înmagazinează, la cerere, pe o suprafață microscopică un dicționar întreg, ori multiplică cifre de ordinul milioanelor, pentru a nu menționa decît 2 din calitățile sale cele mai modeste.

La începutul deceniului 8, o firmă americană anunța punerea la punct a fabricației unor plăcuțe de siliciu care nu depășeau mărimea unui timbru și care conțineau 10^6 elemente electronice. Fiecare element conținea 672 de tranzistori și rezistențe. Așa a apărut microelectronica.

Deosebirea dintre microcircuit și tranzistor este fundamentală. Mai întîi, toate componentele sînt integrate într-un singur suport de siliciu, a cărui suprafață nu depășește 0,5 mm^2, adică nu există contacte și fire. Mai mult, este produs cu ajutorul tehnologiei laserilor. Primul microprocesor funcțional avea numai 8 circuite pe un element și nu a stîrnit interesul în mod deosebit. Abia după 1972, cînd vor apărea exemplare cu 1 000 de circuite pe element, depășind de zeci de ori ceea ce cu numai 5 ani înainte erau considerate performanțe absolute, universul electronicii va exploda. Astăzi, un număr

de 20 000, 50 000 și chiar 100 000 de circuite pe un singur cristal de siliciu nu mai reprezintă ceva senzațional. Tranzistorul, celula de bază a „*chip*"-ului, a ajuns să măsoare 3 microni, de 30 de ori mai puțin decît un fir de păr din capul nostru. Către anul 1986 ne putem aștepta ca numărul de funcțiuni pe element să ajungă la 10^6, iar pînă în 1992 la 10^8. Limita posibilului va fi atinsă, așa cred specialiștii, cu 10^{10}, iar acest obiectiv este programat pentru anul 2000. Tehnologia de proces este întru totul neconvențională și contemporană.

Cursa pentru recorduri în domeniul miniaturizării continuă. Pentru a spori coeficientul de integrare este nevoie să se reducă și mai mult dimensiunile componentelor și să se realizeze noi interconexiuni. Cele mai minuscule structuri existente azi, în mod curent, ating în medie 2.10^{-6} m. Recurgîndu-se la tehnologia razelor X moi, furnizate de un sincrotron, s-au reușit transporturi de structuri și mai reduse. Astăzi, despre viitor se poate vorbi, deja, la trecut. Invazia „gîndacilor de siliciu" a nivelat plăsmuirile paradisiace sau apocaliptice ale veacului trecut într-un prezent exploziv, incert, pe care sociologii caută să-l adapteze dialogului. Asemenea marilor inovații fundamentale în lanțul tehnologiei, microelectronica sporește nebănuit capacitatea omului de a modela natura, dar și de a o distruge.

Acești „gîndaci de siliciu", acești „pitici" gigantici, pe care nici o țară industrializată nu-și permite, la ora actuală, să-i ignore, se prezintă drept fructul unei evoluții de un deceniu, pe parcursul căruia am trăit ce-a de a 3-a revoluție industrială. Cu nimic mai prejos decît invențiile lui Edison, Watt, Daimler sau Daguere, ba poate chiar mai presus, gîndacii de siliciu comprimă capacitatea de a percepe, riscînd să arunce în aer structura umană. Anton Karow, publicist vest-german, citează, într-un articol de rutină, pe unul din cei care au „violat" tehnologia procesului : „Dacă evoluția automobilului ar fi decurs ca cea a microelectronicii, un automobil obișnuit ar

cîntări azi mai puțin de un gram și ar transporta cîteva sute de persoane, cu o viteză de peste 10 000 km/h, la un consum de benzină de mai puțin de 0,1 l și nu ar costa nici 3 mărci".

Accesul exponențial la informație induce idei în mai multe locuri, aproape instantaneu, dar tehnologia este aceea care dă întîietate. Microprocesorul și rudele sale microelectronice se consideră a fi motorul tehnologic al deceniilor viitoare, printr-un consum redus de energie, un necesar minim de materii prime și o economisire a timpului de lucru.

Un halat alb pentru omenire

Prin 1966, doi cercetători au pus la punct un nou procedeu de detectare a cancerului abdominal și pulmonar cu ajutorul unui antibiotic. Ne aminteam iarăși de scoțianul Alexander Fleming. Dar ca să-l avem pe Fleming, a trebuit să-l avem mai întîi pe medicul englez Edwar Jenner care, în 1796, redescoperind tehnica vaccinării antivariolice, cunoscută empiric în China și India, demonstra eficacitatea ei, înlăturînd spaima vărsatului de vînt. Era prima bătălie cîștigată de om în lupta cu bolile contagioase. Și cînd ne gîndim că Emanuel Timmani și Iacob Pilasino o practicau frecvent în țările române, la începutul secolului al XVIII-lea !

În 1840 : o primă opinie că bolile sînt produse de agenți vii : *contagium animatum*. Aparține medicului german Friedrich Gustav Jacob Henle și a fost exprimată în lucrarea *Pathologischen Untersuchungen*. Teoria va fi sprijinită științific le Louis Pasteur care, în 1885, prepară și folosește cu succes vaccinul antirabic, realizînd, la 6 iulie, primul tratament antirabic la om : copilul J. Meister. Iată o cale de intersecție cu eternitatea, fără să faci nimic ! Dar curajul poate fi socotit nimic ? La noi, Victor Babeș nu sta nici el cu mîinile încrucișate și creează metoda imunizării pasive antirabice, executînd un tratament

tandem, cu vaccin și ser antirabic. Succesul îl publica, în 1889, în *Annales de l'Institut Pasteur*, semnînd, împreună cu maghiarul Martin Carol Lepp, *Recherches sur la vaccination antirabique*. Era anul în care biologul german Heinrich Gotfried Wilhelm von Waldeyer-Hertz introducea termenul *cromozom*.

Evenimentele în îmbunătățirea sănătății se succedau vertiginos. Bacteriologul elvețian Karl Joseph Eberth descoperea bacilul febrei tifoide — va fi izolat, în 1884, de germanul G. Gaffky — iar norvegianul Gerhard Hansen, bacilul leprei. Berlinezul August Löffler descoperă și izolează bacilul difteriei, descris, în 1883, de bacteriologul Theodor Albert Klebs. Arthur Nicolaier descoperă bacilul tetanusului în pămînt, germenul fiind obținut ulterior, în cultură, de către japonezul Shibasaburo Kitasato. În scopul asimilării substanțelor medicamentoase în intestin, dermatologul și biochimistul german Paul Gerson Unna prepară primele învelișuri speciale pentru pilule. Francezii Pierre Paul Emile Roux, Alexandre Taurelli Salimbieni și rusul Ilia Ilici Mecinikov prepară serul antiholeric.

Cam așa stăteau lucrurile la începutul secolului al XX-lea, cînd bolile infecțioase erau încă inamicul public numărul unu al sănătății noastre. În 1918, o enormă disipare a gripei pe continent a produs, în cîteva luni, mai multe victime decît făcuse primul război mondial în 4 ani. Descoperind, din experiențele lor, cum să inoculeze populația împotriva anumitor boli ca difteria și febra tifoidă, medicii au contribuit la o mai bună înțelegere a igienei, au impus o grijă mai mare în distilarea apei, au aplicat carantina, determinînd în acest fel diminuarea mortalității.

Deși capete luminate lucrau încă din secolul trecut la elaborarea de profilaxii preventive împotriva diverselor boli, puțini erau aceia care puteau elucida originile bolilor. Totuși, abia secolul nostru a deschis „cutia Pandorei" și, astfel, chimia „magicienilor" deveni știința revoluționară ce încearcă să fugărească „rozătoarele bacterii" din

corpul uman. Primul care a concretizat un asemenea produs a fost histologul și biochimistul Paul Erlich, laureat al Premiului Nobel, în 1908. Împreună cu bacteriologul nipon Sahachiro Hata, produce „pastile magice" de *arsfenamină* și le administrează în tratamentul sifilisului ; denumirea comercială sub care s-au impus fiind *salvarsan.*

„După 20 de ani", alte pastile magice se pregăteau să ne amelioreze revoluționar sănătatea.

1928 — anul descoperirii penicilinei ! Alexander Fleming scoate capacele unor culturi vechi de celuloză contaminate cu mucegai și constată decimarea stafilococilor. Avea să păstreze toată viața acea cutie *Petri.* Transplantează cîțiva spori din mucegaiul în cauză într-o cutie de celuloză și-i lasă să germineze cîteva zile, la temperatura camerei. Obține o masă de mucegai așișderea celui patern si, însămînțînd pe aceeași geloză diferite bacterii, concluzionează că acel mucegai produce o substanță în stare să stăvilească dezvoltarea cîtorva dintre microbii bolilor celor mai grave. Importantă devenea identificarea mucegaiului. Fleming credea că este vorba de o specie de *Penicillium chryzogenum.* Un micolog irlandez decide că ar fi vorba de *Penicillium rubrum,* dar, 2 ani mai tîrziu, americanul Thom a identificat exact ciuperca ca fiind *Penicillium notatum.* Însă descoperirea lui Fleming nu „spunea" încă nimic, căci...

Medicul german Gerhard Domagk, preocupat de prepararea coloranților, descoperise un medicament miraculos — în 1934 — pe care-l denumise *prontosil.* Și încă ceva, anume că, injectat în interiorul unui miceliu, dovedea o puternică eficiență împotriva oricăror streptococi care creșteau împreună cu miceliul. Era, de fapt, un compus de sulfamidă, o substanță utilizată, de mult timp, în tehnologia fabricării coloranților. Desemnarea streptococilor drept bacterii responsabile de infecțiile umane l-a înfricoșat pe Domagk să-și încerce serul pe semenii săi. Decizia ce avea să dea cale liberă terapiei chimice a fost luată în condiții dramatice. În 1935, unica sa fiică, Hildegarde, înțepîndu-se cu un ac și infectîndu-se cu strepto-

coci, este cuprinsă de o febră delirantă. Nimic nu o mai putea salva, așa că disperatul Domagk își încearcă injecția în cîteva doze de *prontosil*. De îndată, Hildegrade și-a revenit, iar peste 4 ani fericitul părinte primea supremul onor Nobel.

Iată primul medicament uimitor ! au exclamat oamenii, astfel că extinderea tratamentului cu sulfamidă și-a recunoscut eficiența și împotriva altor microbi și chiar virusuri.

Sulfamida este un compus sintetic ce nu există în natură. Atunci, cum trebuia interpretată afirmația lui Fleming, aprobînd succesul lui Domagk : „Da, dar penicilina-i mai bună !" ?

Fleming era măcinat de ciudă. Nimeni nu dorea să audă de penicilină. Penicilina, „glonțele fermecat" ce ucidea numai microbii, nu și celulele corpului, nu se lăsa, nici după 10 ani, domesticită.

René Jules Dubos, microbiolog francez, naturalizat american, descoperea, în 1933, că anumite substanțe care puteau stopa dezvoltarea și înmulțirea unei bacterii puteau fi aplicate cu succes în creșterea și dezvoltarea altei bacterii. Abia atunci, atenția cercetătorilor a fost captată de substanțele compuse din microorganisme. Cum s-ar spune, sosise și clipa lui Fleming !

„...venind din puncte foarte îndepărtate ale globului, se apropiau de Oxford cei doi oameni care aveau să rezolve, împreună, problema". Imaginea aparține lui André Maurois. Australianul englez, doctorul Walter Florey își fixează atenția asupra obținerii de *lizozim* pur, enzima ce liza microbii și care fusese descoperită de Fleming, dar botezată de Wright. Îl va obține, în 1937, doctorul Roberts din echipa lui Florey. Ernst Boris Chain, născut la Berlin, în 1906, dintr-un „aliaj" rus-german, este nevoit să părăsească Germania din cauza naziștilor și se alătură echipei de la Oxford. La vremea aceea nu știa nimic despre mucegaiuri, așa că a trebuit să învețe cum să lucreze cu acele colonii capricioase. Instabilitatea penicilinei l-a

enervat şi pe el. Avînd la îndemînă o tehnologie nouă, *liofilizarea*, reuşeşte cristalizarea şi, după o serie de purificări, la 25 mai 1940, are loc experienţa crucială, pe 3 grupe de şoareci infectaţi cu doze mortale. La 1 iulie, o nouă experienţă pe 50 de cobai. Rezultatele, adevărate miracole, au adus, în 1945, Premiul Academiei Suedeze pentru cei 3.

Numele de *penicilină*, dăruit de Fleming pentru „zeama de mucegai" din „sanctuarul" său din Praed Street, a fost adoptat pentru preparatul sintetic care, de atunci, a salvat milioane de vieţi. Deoarece preparatul interfera cu anumite procese vitale ale numeroaselor tipuri de bacterii, fu reluat termenul de *antibiotic*, lansat, în 1889, de naturalistul şi microbiologul francez Paul Jean Vuillemin, pentru a desemna proprietatea unor microorganisme de a împiedica dezvoltarea altora. Îndată după descoperirea penicilinei, alte antibiotice fură, curînd, sintetizate, spre satisfacţia lumii medicale.

Adevăraţi discipoli ai lui Esculap, considerînd că o substanţă ce poate aduce o mare mîntuire suferinţelor umanităţii nu trebuie să devină o sursă de profituri, savanţii englezi nu şi-au protejat descoperirea prin nici un brevet. Cinste lor !

Chimia devenise, deja, „bisturiul" medicinei moderne. În septembrie 1939, începutul celui de al 2-lea război mondial îl găsea pe elveţianul Paul Hermann preparînd *diclor-fenil-tricloretan* ; pe scurt : *DDT*. Prima utilizare : stîrpirea gîndacului de Colorado, în Elveţia. Începutul producţiei industriale îi atribuie o importanţă din ce în ce mai mare în valoarea sa insecticidă, dar şi în conexiunea cu bolile infecţioase.

Neapole, ianuarie 1944. Pulverizarea prafului alb salvează populaţia de la epidemia de tifos declanşată o dată cu debarcarea trupelor aliate. Japonia, 1945. Succesul se repetă. Lupta împotriva bolilor infecţioase, ale căror ravagii, în timpul primului război mondial, au fost mai devastatoare decît armamentul folosit, transfocase pe cele neinfecţioase în planul al doilea.

Un medic olandez, Christian Eijkman, convins că *beriberi*, boala Extremului Orient, era provocată de un microb, descoperea, accidental, în 1896, exact contrariul, pe cînd

hrănea pui cu resturi din orezul alb consumat de pacienții bolnavi. Constata că „zburătoarele" se îmbolnăveau de ceva ce părea a fi *beri-beri*, iar atunci cînd erau hrănite cu orez brun, mai ieftin, își reveneau. De unde concluzia că era ceva în tărîțele de orez ce era necesar unei bune funcționări a organismului.

Și alți biochimiști au luat startul în căutarea de substanțe nutritive. Printre aceștia se număra, în 1912, și polonezul Kazimierz Funk. El detectează în tărîțele de orez ceea ce chimiștii numeau „grupul amină" și o denumește *vitamină* (amina vieții), confirmînd presupunerile britanicului Frederick Gowland Hopkins, care prevăzuse existența vitaminelor în organismul uman și animal. Această amină de importanță vitală era vitamina B, pe care o vor obține în stare pură, în 1926, Janson și Julius Donath. O contribuție, deloc neglijabilă, au avut-o și biochimiștii americani Elmer Verner Mac Collum, Marguerite Davis, Thomas Burr Osborne și Lafayette Benedict Mendel care au remarcat, în alimente, prezența vitaminei B ca pe un factor hidrosolubil. Tot ei identifică vitamina A, liposolubilă.

Vitaminele influențează dieta și sub impactul lor, pierină și alte boli stînjenitoare precum scorbutul, rahitismul și pelagra.

Drumond menționează, pentru prima dată, factorul hidrosolubil C, a cărui absență în alimentele conservate are drept consecință apariția scorbutului. Nicolas Venette, Kramer și Peter Simon Palas îl vor observa, pe rînd, în 1720, 1771, și 1785. Însă abia în 1907 va fi investigat științific de către Axel Holst și Alfred Frohlich, iar, în 1928, ungurul Szent Györgyi va izola vitamina C.

Mac Collum definește vitamina D, din untura de pește, ca vitamină antirahitică și o izolează împreună cu biochimistul Alwin Max Poppenheimer.

De tratamentul pelagrei s-a ocupat intens medicul român Victor Babeș, care a supus microscopului mălaiul mucegăit și fermentat, nefiert, consumat de populația săracă. Cercetările lui Babeș s-au dovedit de o mare importanță, după cum subliniază profesorul moscovit Moskovski :

„Calea durabilă legată în istoria medicinii de numele lui Victor Babeș este sinteza dintre cauzalitate — cauza

microbiană văzută în sensul dat de Pasteur și de Koch, adică în primul rînd microbii — și efect — adică leziuni înțelese în sensul dat de Rudolf Virchow, dar și tulburări generale în sensul dat de Rokitanski. Leziunile se pot vedea uneori cu ochiul liber, iar alteori doar la microscop".

Alimentația rațională, condimentată cu multe și variate vitamine, a generat odrasle mai înalte, mai puternice și mai rezistente decît fuseseră părinții și strămoșii lor.

Anul 1926 leagă tehnologia chimică de succesul germanului Adolf Otto Reinhold Windaus în prepararea primelor vitamine sintetice. Pentru aceasta va fi, peste 2 ani, singurul titular al Premiului Nobel pentru chimie. Ce însemna vitamina sintetică ? Însemna sintetizarea artificială a vitaminelor prin diferite tehnologii. De exemplu, *calciferolul* (vitamina D) este preparat prin iradierea provitaminelor cu raze ultraviolete.

În anul 1923, Premiul Nobel pentru medicină a fost înmînat chirurgului Frederick Grant Banting și biochimistului John James Rikard MacLeod, ambii canadieni. Motivul : descoperirea și fabricarea insulinei și definirea rolului acesteia în tratamentul medical. O mare nedreptate se produsese ! De ce ? Pentru că, așa cum spune dr. V. Trifu : „oamenii de știință din țările puternice ori foarte bogate s-au întrecut, întotdeauna, să nu țină seama de munca și de descoperirea savanților din țările mai puțin puternice". Astăzi, știm cu toții, descoperitorul insulinei este fiziologul român Nicolae Paulescu.

Dar istoria vindecării diabetului este legată de o altă mare descoperire, și anume că anumite organe secretă substanțe pe care le deversează în curentul sanguin, substanțe care exercită activitatea altor organe. Ea aparține fiziologilor englezi Ernst Henry Starling și William Maddock Bayliss. Starling, împreună cu biochimistul american William Bate Hardy, numește aceste substanțe *hormoni*. Semnificația etimologică greacă este „deșteptătorul activității". În acest fel a devenit accesibilă tehnologia de tratare hormonală a bolii atît de comune și de grave care este diabetul.

După cercetări îndelungate, Paulescu descoperea, în 1920, modalitatea de tratare a diabetului cu un hormon pancreatic, cu efect hiperglicemiant, pe care l-a denumit

pancreină. Era insulina, hormonul antidiabetic elaborat în pancreas, bănuit încă din 1909 de belgianul Jean de Mayer. Rezultatele cercetărilor sale le-a publicat în *Archives Internationales de Physiologie*, în august 1921, pe cînd echipa din Toronto își face publică descoperirea abia în decembrie 1921. O distanță mică într-un calendar, dar foarte mare între caractere. Cam ce constatase Paulescu ? Să-i dăm cuvîntul profesorului doctor Ion Pavel, cel care, din recunoașterea priorității fiziologului român, și-a făurit un țel de-o viață :

„În experiențele efectuate de Paulescu, injectarea extractului apos de pancreas în vena jugulară sau în vena portă a cîinelui, făcut diabetic prin pancreatectomie prealabilă, era urmată de o scădere rapidă a glicemiei și a acetonemiei, în timp ce glicozuria și acetonuria se reduceau considerabil, mergînd chiar pînă la dispariția completă. O scădere evidentă a ureei sanguine și a ureei urinare însoțeau scăderea glicemiei. Hipoglicemia maximă apărea în primele două ore, pentru a reveni la cifrele precedînd injecția, după 10—12 ore. O a doua injecție avea același efect. Amploarea hipoglicemiei insulinice era în funcție de cantitatea de extract. Un efect identic asupra glicemiei era obținut la cîinele normal. Paulescu demonstra apoi că această acțiune este specifică și se datora exclusiv injecției de extract pancreatic și nicidecum, așa cum credeau predecesorii lui și în special Scott, unei acțiuni nespecifice sau, cum credea Züelzer, antagonizării adrenalinei. Într-adevăr, extractele provenind din alte organe, sau pirexia produsă prin injecția intrarahidiană a nucleinatului de sodiu sau diluarea sîngelui cu ser fiziologic rămîneau fără efect asupra glicemiei și a glicozurei."

Numele de insulină vine de la *„insulele lui Langerhaus"*, partea din pancreas ce secretă hormonul citat.

În 1966, la *National Brookhaven Laboratory*, doctorul Panayotis Kastoyanis realizează, pentru prima dată, sinteza insulinei umane. Se obținea primul hormon sintetic. Spectaculosul leac al diabetului a permis pacienților o viață normală, în timp ce tehnologia de tratament hormonal a deschis posibilitatea vindecării și a altor boli. Însuși G. R. Minot, care a elaborat tratamentul anemiei pernicioase cu extract de ficat, a fost el însuși un diabetic incurabil, ținut în viață numai cu insulină.

Astăzi, după aproape 60 de ani, nu mai mizăm pe aceeași tehnologie, căci dacă zorii secolului al XX-lea au semnificat „dimineața magicienilor", cea de-a doua jumătate pare să dea cîștig de cauză tehnologiei genetice. Probabil că a sosit timpul să considerăm medicina ca pe o știință a modelelor matematice.

În ultimii 15 ani, împotriva diabetului au fost efectuate mai multe încercări de grefă, dar de fiecare dată încercările au capotat la bariera imunității. Francezii J. F. Grenier, K. Haffen-Stenger și R. Eloy sînt printre primii gratificați cu un real succes, prin injectarea *„insulelor lui Langerhaus"* în ficatul șobolanilor atinși de un diabet experimental. Rezultatul : vindecarea bietelor animale. Explicația : modificarea antigenelor de histocompatibilitate induse de ficat. Rosy Eloy și echipa sa au reușit să grefeze cu succes *„plăcile lui Peyer"* în ficatul animalelor cu antigene de compatibilitate a țesuturilor diferite de cele ale donatorului. Or, după cum susțin specialiștii, celulele lui Peyer, organ al cărui rol este puțin cunoscut, dar care participă în reacțiile imunitare, au capacitate de a distruge celulele similare de la primitor. Aceasta este cauza reacției grefon contra gazdă și deci a morții primitorului. Experimentul demonstrează că ficatul poate să inhibe reacția imunitară.

Antibioticele, insecticidele, vitaminele, hormonii au apărut din „cutia de conserve" a științei. Desfăcîndu-i „capacul" savanții au reușit să ne facă viața mai sănătoasă și mai lungă. Tehnologia de sistem s-a diversificat prin utilizarea razelor X, a electrocardiogramelor, encefalogramelor, electroforezelor și a altor tehnici moderne de investigare, nebănuite în 1900.

Cresc**î**nd speranța de viață, de la 40 de ani în 1900, la aproape 70 de ani, în 1970, a apărut o nouă maladie : bătrînețea. De ea se ocupă gerontologia, o specialitate din ce în ce mai științifică, dar încă puțin tehnologică.

O pilulă pentru a trăi pînă la 100 de ani ! Iată o veste de science-fiction ce a făcut subiectul unei comunicări la congresul, din 1972, ținut la Kiev, cînd 3 000 de savanți s-au reunit pentru a-și comunica progresele realizate în lupta împotriva bătrîneții.

Printre cei care se ocupă de a injecta robustețe bătrîneții se numără, de foarte mulți ani, un reputat savant român : Ana Aslan. În 1952, ea remarca, prima, importanța novocainei în ameliorarea structurii țesuturilor alterate de vîrstă și prepară gerovitalul ; de fapt vitamina H_3. După experimentări numeroase pe subiecți, intră, în 1958, în producție de serie.

Altfel, bolile secolului nostru rămîn infarctul și deficiențele cardio-vasculare, deși cei mai mulți oameni se tem de cancer.

Terapia maladiei cancerului este multiplă, complicată, în general scumpă și, de regulă, ineficace. Sînt cunoscute 4 căi de tratament, cu rezultate inegale : chirurgia, radioterapia, chimioterapia și imunologia. Din păcate, cu toată intervenția acestor moderne mijloace, boala pare să fie, practic, ireversibilă și să aibă cel mai ridicat procent de mortalitate, în raport cu numărul de subiecți îmbolnăviți, față de orice altă boală. O speranță, totuși, se așteaptă de la ultimul mijloc de tratament, care se folosește de capacitatea de autoapărare a organismului prin intermediul anticorpilor, alertați de însuși virusul cancerigen. Da, virus ! Ați citit bine. În 1969, americanii Frederic Eilber, Donald Morton și Lloyd Old au descoperit prezența unor particule, asemănătoare virusurilor cancerigene din sarcomurile șoarecilor, într-o cultură de celule dintr-un sarcom uman. Amestecînd un filtrat din aceste culturi cu celule din corpul unui om sănătos, acestea s-au transformat, sub efectul agentului viral, în celule canceroase. La rîndul lor, aceste celule contaminate au dat noi filtrate cu putere cancerigenă.

Oncologii își pun o mare nădejde în imunologie, deși cei 10 ani scurși de la descoperirea interacțiunii virale a cancerului la om nu au adus elucidări. Acum 10 ani s-a reușit contaminarea „in vitro", însă drumul spre tratamentul imunoterapeutic a sarcomului la om nu și-a atins scopul : obținerea unui vaccin corespunzător. Putem înțelege și de ce. Pentru a se ajunge la producerea serurilor și vaccinurilor salvatoare, biochimiștii și farmacologii au nevoie să cunoască, în termeni absoluți, care este agentul provocator. În ziua în care vor fi lămurite particularitățile evoluției procesului clinic într-o tumoare can-

ceroasă, diferențiindu-se țesutul atins de țesutul sănătos, se vor putea găsi mijloace eficace împotriva acestui flagel.

Singura direcție în care s-a înregistrat o primă victorie este diagnosticarea precoce a bolii. Bineînțeles, este ceva, căci, mai în toate formele lui, cancerul depistat în faza incipientă este vindecabil. Presa italiană a anului 1964 difuza amănunte despre *„malignolipin test"*, conceput de doctorul italian Ugo Cassarino. Iată despre ce era vorba : în vara lui '58, 2 medici din țara crizantemelor, Kosuki și Nakagawa, descopereau *„malignolipina"*, o substanță prezentă în orice organism în care ființează o tumoră, încă de la 2 zile după apariția acesteia. Prin amestecare cu porfirine, substanțe fluorescente în cromatică roșie, *magnolipina* se evidențiază în sîngele recoltat dintr-un organism afectat de cancer. Tehnologia este, de fapt, o cromografie în strat subțire și utilizează o sare stabilă de *malignolipină*, ce are capacitatea de a forma amestecuri cu porfirine. Important este că răspunsul poate fi obținut la 7—8 ore de la recoltarea unui singur centimetru cub de sînge.

A fost prima alternativă viabilă oferită de tehnologie oncologilor în obținerea unui diagnostic precoce ideal. Dar anii au dovedit că și aceasta era supusă probabilității.

Tehnologia nucleară a pătruns cel mai adînc în structura medicinii și astăzi aproape că nu există domeniu de tratament sau diagnostificare în care medicii să nu fie atrași să o folosească. Ingurgitarea sau injectarea în aparatul circulator a unei doze minime și nepericuloase de substanțe radioactive permite descoperirea timpurie a tulburărilor cardiace, permite examinarea funcțiilor unor organe ca rinichii sau glanda tiroidă, permite chiar poziționarea și clasificarea unor tumori canceroase. Radioizotopii străbat organele, se sedimentează temporar în anumite locuri, ca și componentele alimentare obișnuite, permițînd înregistrarea traseului parcurs.

Natura nu s-a îngrijit să ne asigure și piese de schimb pentru organismul uman și, în general, pentru orice organism viu. De aceea, medicul Milton Cobey, profesor la Universitatea din Georgetown, propunea, în 1966, un nou proces de tratament pentru fracturi. Procedeul

consta în depunerea pe cele 2 capete ale osului ce trebuie sudat, a unui lipici special, derivat dintr-un material plastic. Se aplică un bandaj extern cu o soluție din același produs. Așa, pacientul, al cărui picior este rupt, poate sta în picioare, fără cîrje, la numai 24 de ore după tratament.

Viața cotidiană în contemporaneitate înseamnă noul în permanență. Alvin Toffler creionează :

„Accelerînd fără discernămînt motoarele schimbării, putem submina nu numai sănătatea celor mai puțini adaptabili, dar însăși capacitatea lor de a acționa rațional".

Condițiile vieții moderne solicită permanent organismul și-l conduc mai repede spre astfel de boli. D. E. Berlyne, de la Universitatea din Toronto, îl frapează pe Toffler postulînd gradul de excitare a sistemului nervos central al unui animal superior. Stresul decizional reclamă igienă și medicamentație. Pentru probarea unor astfel de antidoturi este nevoie de tehnologie.

Care este mobilul ce împinge continuu spre noi medicamente, deși există, deja, un arsenal întreg pentru toate bolile ? Fiecare medicament prezintă atît reacții pozitive, cît și negative și pentru ameliorarea spectrului, specialiștii sînt tentați să caute noi produse. O dată cu această îmbunătățire și gradare de mare finețe a substanțelor, se cere și o mai intimă verificare a lor. Asta, deoarece de multe ori o simplă rocadă a unui element chimic din formulă poate face din medicament o otravă. În acest caz, viața atîrnă și de o millardime de gram în plus sau în minus.

În toamna lui '66, medicul francez Laborit, de la spitalul parizian *Boucicant*, prezenta publicului *Ag 246*, „molecula antidurere" — un medicament ce anihilează durerile. Cine era Laborit, la vremea aceea ? O somitate, părintele hibernației artificale și inventator de diverse calmante, anestezice și modificatori ai psihicului uman, unul din primii tehnologi ai corpului omenesc, un adevărat „mag" pentru alinarea suferințelor. În timpul războiului din Indochina a salvat mulți răniți, coborînd temporar temperatura corpului. Noul medicament suprima durerile bolnavilor la operații și amputări, fără a fi necesare doze uriașe. Cum a ajuns la acest miracol ? Simplu, plecînd de la observația că analgezicele existente, atunci, nu puteau să coboare pragul sensibilității decît influențînd, în același timp, asupra cunoștinței. Altfel spus, bol-

navul suferea mai puțin ; în schimb cădea pradă unei prostrații generale. Cauza : creierul este dirijat de scoarță, ale cărei celule cenușii secretă o substanță chimică, *muscarina*. Centrii durerii au o rezoluție diferită la acțiunea nicotinei. Pînă atunci, toate medicamentele care blocau efectele nicotinei, suprimînd durerea, acționau, totodată, și asupra muscarinei, încetinînd activitatea cerebrală. Originalitatea lui *Ag 266* consta în faptul că lăsa neatinse activitățile superioare.

Să ne oprim puțin și asupra unei tehnici de testare a unui medicament a cărei administrare să fie premonitorie pentru creșterea rezistenței vaselor sanguine.

Se scoate inima unui cîine ce a fost supusă unui infarct experimental prin strangularea unei artere coronare. Deci, totul ca în realitate. Exact aceeași arteră este obturată și la un alt cord de cîine, căruia însă i s-a administrat anterior, mult timp, preparatul testat. Ambele inimi sînt apoi pregătite printr-un procedeu special de impregnare a vaselor cu o soluție din material plastic ce se solidifică, și în acest mod se pot evidenția zonele de țesut cardiac neirigate. După solidificarea materialului plastic, se îndepărtează tot țesutul cardiac, rămînînd numai vasele impregnate. La cordul netratat se distinge o zonă ce nu a fost hrănită cu fluid sanguin în urma infarctului. În schimb, inima tratată apare complet normală și se observă, strict localizat, punctul de gîtuire. Rezultatul certifică eficacitatea medicamentului : dilată vasele bolnave ale inimii cînd acestea se îngustează din cauza bolii și acționează chiar în direcția formării de vase noi, capabile să suplinească țesutul bolnav.

Unui cobai i se scoate inima, ce va fi amplasată într-un sistem de menținere funcțională. În loc de sînge se pompează o soluție nutritivă cu aditiv din medicamentul testat, pentru a urmări riguros acțiunea lui asupra vaselor inimii. Cu această ocazie, se reglează și cantitatea. Fiecare medicament poate fi testat în acest fel din punct de vedere al acțiunii lui asupra aparatului circulator.

Nimic nu este rebarbativ dacă prin acela putem să ne însănătoșim special. Evident, șoarecii, cîinii sau maimuțele Rhesus au adus o utilă contribuție științei. A te folosi de

animale înseamnă, în primul rînd, a le iubi, şi cine nu le înţelege sufletul nu e în stare să înţeleagă nici un suflet de om.

Dacă animalelor cobai nu le-am ridicat un peripter, Muzeul german de istorie a medicinii, din Ingolstadt, înfiinţat în 1973, pare să umple golul ignoranţei de dinaintea tetraciclinei. E greu să ne imaginăm dotarea unei săli operatorii fără raze röntgen şi laser, fără grefe de organe, articulaţii şi artere artificiale, stimulatoare cardiace şi tratamente cu radiaţii, dar această proliferare tehnologică impresionantă nu ar fi devenit posibilă fără geniul şi experienţele savanţilor din deceniile şi secolele trecute. Tehnologia semnifică progres, iar temelia progresului este tradiţia. Sterilizatorul cu abur, din 1889, destinat operaţiilor aseptice, sau etuva din laboratorul lui Robert Koch, din jurul anului 1890, ori primele aparate röntgen şi trusa demonstrativă de realizare a unui ochi artificial, acumulează impresiile vizitatorilor pe linia orizontului ezoteric.

DE PE BENZILE ILUSTRATE... ÎN TEHNOLOGIA GENETICĂ

În 1957, doi cercetători, britanicul Alick Isaacs și elveţianul Jean Lindenmann, introduc termenul de „interferon" spre a desemna o substanţă secretată de celulele infectate de un virus pentru a le proteja contra unui al doilea virus ; avea loc o interferenţă între primul și al doilea. Descoperirea a declanșat un val de entuziasm între specialiști, necunoscîndu-se nici o substanţă antivirală activă, efectul asupra virușilor fiind comparabil cu cel al antibioticelor asupra bacteriilor.

Prima utilizare chimică a interferonului o va propăvădui, în 1960, Dan Barry în celebrul său serial de benzi desenate *„Flash Gordon"*, pentru a salva un astronaut atins de un virus extraterestru. Entuziasmul descoperirii a acoperit informaţiile, astfel că, după un sfert de secol de la descoperirea sa, rămîne încă o substanţă medicală enigmatică fabricată de organismul uman.

În mod cert, această mică moleculă naturală este arma privilegiată a organismului în protecţia contra infecţiilor virale. Dar astăzi se poate spune că acţiunea sa, pe care o comparăm cu cea a unui hormon celular, se extinde la toate sistemele de apărare și la comunicaţiile între diverse celule specializate care participă. De aceea, în anumite cazuri, interferonul pare să aibă o acţiune anticanceroasă. Realizînd capacitatea potenţială a interferonului în tratamentul anticanceros, francezul Gresser va începe primele experimentări în această direcţie pe șoareci. Un rezultat de succes era condiţionat de o iniţiere virală a cancerului, dar a constatat că nu era vorba de așa ceva.

Pentru cercetări, însă, este nevoie de substanţă, iar inteferonul folosit provenea numai din laboratoarele *dr. Kari Cantell* din Helsinki. Interferonul este produs din leucocite infectate cu virusul *Sendai*, un virus de mai-

muțe, apropiat de cel al gripei. Virusul induce sinteza interferonului *alpha*, este recuperat după incubație, centrifugat și purificat. Interferonul *alpha* este, deci, un produs al globulelor albe. Se cunosc 10 specii diferite, dat fiind marea varietate a codurilor genetice. Randamentul unei astfel de tehnologii de obținere a interferonului este foarte scăzut — pentru recoltarea a 10^{11} unități de interferon este nevoie de 30 000 l de sînge din 90 000 l prelevați. O unitate de interferon este definită drept cantitatea capabilă să protejeze de o infecție virală experimentală jumătate din celulele unei culturi. Un tratament de cancer uman necesită între 5.10^8 și 10^9 unități.

Între timp, alte tehnologii au intrat în scenă. Astfel, din celule de fibroplast parvenit de la fetus sau din prepuțul copiilor circumciși se produce interferonul *betha*. Inconvenientul acestei tehnologii constă în necesitatea aderenței celulelor de proliferare de un suport și în faptul că într-un recipient nu se obține decît un strat monocelular. Se poate remedia acest inconvenient prin introducerea în cultură de microsfere încărcate electric, care atrag celulele. Această tehnologie este folosită, mai cu seamă, în S.U.A. și Belgia.

În Marea Britanie, laboratoarele farmaceutice *Wellcome* au pus la punct o tehnologie fundamentală pe celulele canceroase derivate din *„limfonul lui Burkit"*, tumoare indusă de un virus. Prin purificare se elimină urmele virale-testele de cancerigenitate efectuate pe animale au fost negative. Se ezită, încă, în utilizarea acestui interferon de origine tumorală.

De cîțiva ani, profesorul Charles Weissmann de la Universitatea din Zürich a realizat grefe de simple bacterii coliforme *(Escherichia coli)* pe gene de interferon, obținînd o producție bacteriană de interferon, dar nu identică cu cel uman. Tehnologia a fost însușită și de alte două firme, *Cetus* și *Genetech*, a doua producînd atît interferon clasic, cît și prin bacterii grefate pe gene de interferon de leucocite umane. Se obține un interferon identic cu cel uman, spre deosebire de cel al lui Weissmann. Interferonul produs de *Genetech* a primit autorizația de a fi experimentat pe om. Deși primele teste au indicat certe regrese ale tumorilor canceroase,

la cîțiva pacienți, este încă prematur de a trage concluzii. Între timp, *Genetech* a anunțat un nou succes: grefa unei gene umane de interferon pe celule de levure *(Saccharomyces cervisiae)*. Celulele astfel modificate produc interferon uman, într-o proporție de un milion de molecule de interferon pentru o celulă de levure.

Firma americană este talonată îndeaproape de *Biogen*, al cărui animator este Weissmann, și *Cetus* și de firme japoneze care produc deja interferonul clasic. România se adaugă și ea efortului mondial producînd interferon *betha* cu virusul maladiei *Newcastle*.

Specialiștii niponi au deconspirat definitivarea unui interferon de tip *gamma*, cu o drojdie de ciuperci. El apreciază că acest interferon, obținut pentru întîia oară în lume, este cel mai eficace tratament împotriva cancerului, fiind de 100—200 ori mai puternic decît tipurile *alpha* sau *betha*.

Tehnologiile genetice sînt de aproape 200 de ori mai productive decît cea clasică. Dacă acum prețul multiplică pe cel al aurului cu 100, cu timpul va ajunge la cel al unui antibiotic. În acest fel se vor depăși piedicile care au frînat utilizarea inteferonului timp de 25 de ani și evaluarea proprietăților fundamentale și terapeutice ale acestei substanțe, încă enigmatice.

Lumina restaurează valorile artei...

John Asmus, un tînăr fizician de la Universitatea din San Diego, sosește la Veneția la începutul anului 1972, pentru a holografia *„San Giovanni Battista"*, o sculptură în lemn de Donatello, datată în 1453, și *„Madona cu prunc"* o marmură de Carrara, de Nino Pisano, aparținînd secolului al XIV-lea. Îi găsește pe restauratorii italieni într-o stare disperată. Inundațiile și poluarea degradaseră peste 35% din statuile de la exteriorul edificiilor. În fiecare an dispar iremediabil 5%. Pentru a le salva, profesorul Walter Munk, de la aceeași universitate, a avut ideea, acum 13 ani, de a le depozita în holograme, spre a nu dispărea niciodată. De aceea se afla și John Asmus la Veneția.

Produsele chimice folosite de restauratori, ca acetona, s-au dovedit periculoase. Tehnicile mecanice de abraziune sînt foarte delicate la manipulare și riscante la utilizare. În plus, sînt lente, or factorul timp era primordial. Atunci, John Asmus s-a gîndit să folosească laserul pe care-l adusese în bagajele sale, pentru a înlătura straturile corozive depuse pe obiectele de artă.

În laboratoarele de restaurare de la San Gregorio a efectuat primele experimente. Rezultatele au fost încurajatoare. Lumina amplificată devora incrustațiile ce murdăreau capodoperele și părea să nu lase nici o urmă pe marmură. Dar John Asmus dorea să testeze și alte materiale : lemn, hîrtie, metal, țesături, lut etc.

Efectul laserului pe un material depinde de felul în care suprafața acestuia absoarbe sau reflectă lumina, dar și de temperatura de disociere, la care lianții chimici se destramă. Întorcîndu-se de la Veneția, el va iniția, în laboratoarele de la San Diego, o serie de experiențe spre a-și îmbunătăți rezultatele și a determina, cît mai precis posibil, tipul de laser, energia necesară, durata de impuls și distanța optimă pentru fiecare tip de material, în funcție de durata de poluare. Cercetările au durat circa 3 ani, timp în care zeci de materiale, extrem de fragile, au fost supuse testelor. Ele au îndepărtat straturi de vopsele de pe tapițerie, funingine de pe mătase, mucegai de pe piele și de pe pergament, depuneri calcaroase de pe vase de lut și plumb, depuneri minerale și coroziuni de pe bronz, incrustații de pe vitralii, var stins de pe fresce urme de cafea de pe hîrtie, mătuiri ale firelor de argint brodate în țesături etc. Aceste ultime 2 exemple ilustrează extrema sensibilitate și perfecta manevrabilitate a laserului.

În 1976 construia primul laser pentru Veneția, de tipul YAG. În 1978, John Asmus a fost solicitat să restaureze Capitoliul de la Scramento. După proiectul californian, a construit un al 2-lea laser destinat restaurării Palatului Dogilor.

Curățarea cu ajutorul luminii prezintă următoarele avantaje : selectivitate, laserele fiind reglate precis pentru un anume tip de material și pentru o anume grosime de depunere ; nu este nocivă ca produsele chimice ; nu

se ia contact direct cu obiectul, ca la prelucrarea mecanică sau cu solvenți ; nu deteriorează suprafața ; nu lasă urme ; decapează uniform.

Reușita restaurării edificiului californian a focalizat atenția industriașilor asupra tehnologiei lui Asmus. Laboratoarele *Maxwell Inc.* comercializează, astăzi, tehnici de primenirea suprafețelor pe baza tehnologiei sale. În perspectivă : restaurarea metroului new-yorkez, a statuii din bronz a lui Benjamin Franklin și a obeliscului din Central Park. Tehnologia laserului oferă și un alt avantaj excepțional : timpul. Într-o lună de zile, în loc de un an, cît ar fi fost nevoie prin tehnologiile tradiționale, 20 de scaune de epocă și-au recăpătat strălucirea inițială. Moleschinul original era acoperit de o altă pictură, depusă peste desenul inițial. Iată, deci, că John Asmus a comutat tehnologiile de restaurare într-un spațiu aparținînd mileniului al III-lea.

Un scut termic pentru vehiculul viitorului

La 12 noiembrie 1981, după amînări repetate, „camionul spațial" — naveta *Columbia* — a fost plasat cu succes, într-o misiune de 2 zile, pe o orbită, la altitudinea de 250 km. În ciuda cîtorva vibrații, al căror nivel s-a ridicat pînă la 168 db, și a bruscării unor șocuri aerodinamice, cele 30 100 de plăcuțe ceramice, care au format protecția termică împotriva unei temperaturi de 1 100° C, au rămas — în afara cîtorva deformate de căldură — intacte.

Denumită oficial „*Space Transportation System*" (sistem de transport spațial), dar mai cunoscută drept „*Space Shuttle*" (navetă spațială), primul exemplar, *Columbia*, a fost lansat prima oară la 12 aprilie 1981, într-o misiune de 54 de ore. Pentru a se naște, proiectul a cerut fonduri și tehnologii noi, revoluționare chiar și pentru conceptul de „science fiction" în care funcționează secolul al XX-lea. De mărimea unui avion de linie obișnuit, *DC-9*, naveta a constituit o premieră, înglobînd tot ceea ce era mai sofisticat în domeniul aeronauticii. Revenirea pe Pămînt întocmai ca a unui avion a reclamat conceperea unei „armuri termice", cu rolul de a proteja fuselajul de alu-

miniu de o încălzire excesivă la reintrarea în atmosferă. Viteza de revenire 28 500 km/h — stîrneşte o temperatură de frecare ce atinge pe proeminenţe valori de peste 1 600° C ; normal, naveta se dezintegrează. Plăcuţele care acoperă, asemenea unor solzi, o suprafaţă de 1 103 m^2, au tocmai rolul de a împiedica aprinderea navei. Realizarea lor a introdus numeroase probleme legate de desprinderea lor de pe căptuşeala de nylon, un izolator detensionant poziţionat tampon între plăcuţe şi învelişul de aluminiu.

Dacă fondurile au fost aprobate în Congres în aprilie 1972, cercetările în direcţia soluţionării „manşonului termic" au demarat abia în 1976. Nu era însă tîrziu. Sistemul de protecţie siliconic, abordat şi la celelalte capsule pilotate, nu include numai plăcuţele ceramice, fabricate din ţesătură din fibre de SIO_2, şi adevizul de fixare, ci şi muchiile de separaţie a planelor din fibre compozite carbon-carbon care acoperă vîrful şi aripile, zone de maximă încălzire. Dar în 1979 nici o încercare cantitativă nu putea aproxima situaţia reală, eliberînd numai situaţii sofisticate.

Structura materialelor fragile este încă întîmplătoare, spre deosebire de cea a metalelor, de aceea curba de rupere se aşază după o curbă „clopot" (Gauss), mult diferită de curba de rupere a metalelor. Problema era dacă pentru a proiecta o structură care să nu crape trebuia folosit criteriul celei mai mici valori sau celei mai mari şi să se aproximeze statistic în procente. Ultima variantă a reprezentat o nouă concepţie care a imprimat un caracter probabilistic proiectului. Era necesară evaluarea sarcinii şi, în 1979, nimic nu putea aprecia acea valoare. Cei de la *Rockwell*, firma constructoare, chiar ignorau timpul de iniţiere, imaginînd modele liniare pentru un sistem ce se comporta neliniar. Ei nu au luat în consideraţie condiţiile de existenţă a sarcinii asupra plăcuţelor atunci cînd erau aşezate în straturi. Sistemul de protecţie ceramic, departe de a fi fost simplu, era complicat, şi cei care s-au ocupat au avut, într-adevăr, noroc !

Sub conducerea lui John Ballard şi James I. Mueller a fost iniţiat, în octombrie 1979, un studiu asupra protecţiei termice siliconice posibilă de adoptat la naveta spaţială. Pentru a soluţiona deficienţele prezentate mai sus, era

necesară caracterizarea amănunțită a întregului sistem, de felul cum componentele sale răspund sarcinilor misiunii. În acest scop a fost creat un model matematic pentru a aprecia fiabilitatea sistemului și durata de funcționare. Din discuțiile contradictorii ale colectivului a rezultat rolul primordial al proiectării în finalizarea soluției. Cercetările au fost divizate în 6 direcții principale : caracterizarea materialelor, inclusiv plăcuțele, pîsla *NOMEX* și combinațiile pîslei cu adezivi cauciucați ; modelarea matematică în funcție de probabilitatea de rupere, ținînd cont de testele dinamice de verificare ; testări dinamice ; testări statice ; investigații microscopice (în număr cert).

Dintr-o singură fotomicrografie nu se puteau trage concluziile necesare. Mai mult, se lucrase sub impresia că era imposibil de obținut o fotomicrografie a pîslei *NOMEX*. Mueller însuși fusese implicat în observații asupra structurii microscopice și solicita o părere sinceră asupra lucrurilor. I-a rugat pe cei de la N.A.S.A. să-i arate o fotomicrografie de pîslă, iar aceștia i-au răspuns că nu se putea așa ceva. Pentru a reuși, totuși, o asemenea performanță pîsla trebuia secționată ; se introduceau distorsiuni în material. Mueller va rezolva problema astfel : întîi se refrigerează pîsla, apoi se taie și, în final, se decongelează înainte de investigare pe un microscop cu baleiaj.

Grupul metodologic a inclus specialiști din toate domeniile : termoelasticitate, mecanica ruperii, inginerie civilă, mecanică structurală, analiză numerică, mecanică dinamică, microscopie electronică, încercări la oboseală, inginerie ceramică etc. Grupul a reușit să obțină informațiile necesare asupra sarcinilor reale și să trimită în timp util — cu 2 săptămîni înainte de prima lansare — rezultatele la N.A.S.A. Ele au evidențiat o probabilitate de dislocare de 1 la 30 000. Valoarea a fost considerată satisfăcătoare și naveta a primit certificatul de zbor. Restul a fost istorie. Știți cîte plăcuțe s-au desprins la primul zbor ? Vă reamintesc, 3 sau 4 ! Zborul din noiembrie a probat a doua oară fiabilitatea sistemului ceramic de protecție.

Deși problema izolației termice părea rezolvată, chiar și la misiuni din '82 au fost inevitabile unele manevre dictate de pierderea unor plăcuțe. Oricum, N.A.S.A. a îmbu-

nătăţit treptat sistemul, cu fiecare nouă misiune, şi a grăbit înlocuirea lor cu noi materiale.

Un prim exemplu de sistem de protecţie ultrasofisticat este *A.F.R.S.I. (Advanced Flexible Reusable Surface Insulation* — izolaţie superficială flexibilă avansată reutilizabilă), ce acoperă, în mod curent, suprafaţa de 1,85 m^2 a celor 11 zone curbe ale *Columbiei,* înlocuind sistemul iniţial *F.R.S.I. (Felt Reusable Surface Insulation* — izolaţie superficială de pîslă reutilibazilă). *N.A.S.A.* preconizase să echipeze cea de-a doua navetă, *Challenger,* cu acest material, dar l-a aplicat mai devreme, în zonele curbe ale *Columbiei,* deoarece aici s-a produs o concentrare mai mare de flux termic decît era de aşteptat la zborul iniţial. Pîsla *NOMEX* a fost concepută pentru o temperatură de 400° C, în timp ce zborurile iniţiale au evidenţiat o temperatură de 820° C pe liniile curbe.

A.F.R.S.I. este confecţionat în forme „tighelite" de 90X 90 cm, care apoi se debitează la dimensiunile cerute. Materialul a fost creat ca înlocuitor al plăcuţelor albe de ceramică de pe botul navetei. Fiind un material flexibil, se mulează sub curba eforturilor, nerupîndu-se. În profunzime este fabricat în straturi de sticlă silicioasă (astrocuarţ) la exterior, pîslă de microcuarţ — manufacturată din fibre extrem de fine de siliciu — la mijloc, şi un postav de sticlă la interior. Acest din urmă strat poate fi confecţionat din diferite materiale — sticlă S, sticlă P etc. — în funcţie de parametrii de proiectare. Sandwichul este apoi rigidizat în forme cu suprafaţa de 6,5 cm^2. Depinzînd de protecţia solicitată, grosimile ating între 0,63—3,81 cm. Aderenţa se asigură cu un adeziv siliconic.

Pe *Challenger* s-au acoperit cu acest produs sistemele de manevrare orbitală şi, parţial, s-au înlocuit unele plăcuţe ceramice acolo unde temperaturile atingeau valori între 370—650° C. Pe *Discovery* şi *Atlantis* s-a folosit integral noul material. Avantajele rezidă în buna flexibilitate, greutatea deosebit de mică şi un cost redus de fabricaţie — 2 200 dolari/m^2, în loc de 11 000 dolari/m^2.

Oamenii de ştiinţă de la *N.A.S.A.* au lucrat în continuare la punerea la punct a unei noi izolaţii de înaltă temperatură, denumită *F.R.C.L. (Fibrous Refractary Composite Insulation* — izolaţie compozită din fibre refractare).

Materialul este mult mai rezistent și ușor decît unul din cele 2 tipuri de plăci utilizate în prezent pe navete, *LI—2 200*. Actuala versiune, botezată *F.R.C.I.—12*, prezintă o densitate superficială de 48 kg/m^2, în loc de 88 kg/m^2 pentru *LI—2 200*.

Izolația *F.R.C.I.* este un compozit rezultat din 2 fibre. Compozitul este o ceramică rigidă — 20% *Nextel* și 80% microcuarț. Operează la o temperatură de pînă la 1500° C. *Lockheed* le produce în plăci de 0,15×0,15 m. Pentru a rezista la temperaturi înalte, plăcuțele sînt acoperite cu aceeași vopsea neagră — borosilicat vulcanizat — utilizată pentru LI—2 200.

F.R.C.I.—12 a înlocuit multe din plăcuțele negre de pe *Discovery* și *Atlantis*. S-a diminuat greutatea totală cu aproape 450 kg. Și deși primele 2 exemplare s-au placat cu *LI—900*, *F.R.C.I.—12* a acoperit mari zone superficiale. Ultimul material, dezvoltat și introdus în fabricație de *Lockheed*, este o ceramică de extrem de scăzută densitate — 36 kg/m^2. *N.A.S.A.* are în vedere realizarea unor materiale cu densitate chiar mai joasă decît *F.R.C.I.—12*.

Căror scopuri li se subordonează aceste eforturi ? Perspectivei de exploatare cît mai avantajoasă a Cosmosului : construirea de uzine spațiale care vor produce materiale mai ieftine și superioare calitativ, captarea energiei inepuizabile a Soarelui, lansarea unor sateliți giganți, extinderea capacităților de a depista minerale pe Pămînt, supravegherea oceanelor și atmosferei, aducerea de minereuri din spațiu, etc. Astăzi ne hrănim cu optimism, mîine, cu produse „made în Space".

Să apelăm la enzime

„La întreprinderea de bere *Aurora* Brașov a intrat în probe tehnologice o modernă stație de preparate enzimatice, necesare procesului de fabricare a berii. Echipată cu utilaje realizate în țară, contribuie la înlocuirea importului substanțelor și preparatelor enzimatice necesare fabricării berii. Știrea, publicată în cotidianul *România Liberă*", ne-a reamintit că din cea mai veche antichitate oamenii foloseau fermenții solubili pentru a face pîine dospită, pentru

a prepara brînză şi pentru a produce alcool din materie vegetală. Mulţumită caracterului enzimatic, chimia materiei vii a forţat producţia industrială. Enzimele industriale alcătuiesc o piaţă anuală de 200 milioane de dolari. Cinci produse de bază reprezintă practic 80% din piaţa de desfacere : proteazele (500 t/an), amiloglucozidazele (300 t/an), amilazele (300 t/an), glucoizomerazele (50 t/an) şi maiaua cu înlocuitoarele sale microbiene (10 t/an). Un studiu economic realizat în S.U.A. evidenţiază o evoluţie constantă a pieţii. Din 1975 pînă în 1985, vînzările de amilaze aproape că s-au dublat, cele de amiloglucozidaze, triplat şi cele de glucoizomeraze, cvadruplat. Evoluţia vînzărilor de lactoză şi celuloză vor depinde direct de caracteristicile şi descoperirile în domeniu. Enzimele au devenit un excelent auxiliar pentru industrie. După o utilizare îndelungată în industria alimentară, la limpezirea sucurilor de fructe sau la regularizarea fermentării aluatului de panificaţie, în fabricile de bere, pentru transformarea orzului în malţ şi stabilizarea berii, în industria textilă, la dezamidonizarea ţesăturilor, sau în tăbăcării, pentru înmuierea pieilor, ele îşi fac acum o intrare triumfală în industria farmaceutică şi chimică. Sînt indispensabile în sinteza unor hormoni steroizi sau a unor antibiotice. Dar cum s-a ajuns aici ?

În anii '70, S.U.A., cel mai mare importator de zahăr de trestie, au căutat să se debaraseze de aportul pieţii externe, prin utilizarea porumbului, prin excelenţă primul produs cerealiér american. Hidrolizat cu o glucoamilază, amidonul din porumb eliberează molecule de glucoză care, în prezenţa unei glucoizomeraze, se transformă în fructoză. Se obţinea astfel un suc cu un înalt conţinut de fructoză, cu o dulceaţă identică cu a celui cu zaharoză. Graţie acestor două mici enzime miraculoase, americanii speră să-şi acopere consumul total în 1990. Ei produc deja aproape 5 milioane de tone de zahăr din porumb, dar marele beneficiar este industria alimentară, care s-a acomodat foarte bine la zahărul lichid. Actualmente, îl foloseşte la jumătate din băuturile comerciale. Chiar şi *Coca-Cola* conţine suc de fructoză. Producătorii clasici, după ce s-au zbătut să frîneze expansiunea noii tehnologii, au sfîrşit prin a o adopta. În Franţa s-a realizat exploa-

tarea industrială a sucului de fructoză, obținut prin hidroliză în prezența unei invertaze de zaharoză extrasă din sfecla roșie. Acest suc de zahăr invertit se obținea deja prin metode chimice clasice, dar rezultatul era mult mai mic decît prin metodele enzimatice. Și pe cînd firmele franceze se căzneau să lichefieze zaharoza, pentru a o vinde la prețuri competitive, americanii au solidificat sucul de porumb.

Progresul tehnologiilor enzimatice este, cel puțin, tot atît de spectaculos ca și cel al tehnologiilor genetice, promițător de creșteri considerabile ale productivității industriale. Dar publicul este mai impresionat de implicațiile emoționale profunde introduse de manipulările genetice pentru a reține importanța industrială a cercetărilor asupra enzimelor. Orizontul nou al industriei este profilat de o tehnologie revoluționară : fixarea enzimelor pe suporți.

Pentru obținerea enzimelor — macromolecule de acizi aminici, dificil de asamblat — cel mai simplu este de a recurge la microorganisme care le produc natural — cazul drojdiei de bere. Însă, pentru a le utiliza rentabil la scară industrială, după extracție și purificare trebuie cunoscute legăturile pentru a nu le pierde. De aceea se fixează pe un suport, fie prin formarea unei legături chimice de suporți naturali (celuloză, agaroză, etc), sintetici (polistiren, poliacrilonitric etc.) sau minerali (sticlă poroasă, argilă etc), fie prin simpla absorbție ori prin includerea în microcapsule cu pereți semipermeabili. Astfel încastrate, enzimele pot fi reciclate în loc de a fi în soluție. Ele nu dispar nici în apa de spălat. Unitățile industriale lucrează cu colonii de enzime activate în gigantice reactoare. Suporții pentru glicoamilaza și izomeraza siropului de porumb sînt rășini și sticlă modificată, și pentru invertaza siropului de sfeclă roșie, o lignoceluloză ce nu este altceva decît un reziduu de coceni de porumb.

La originea ultimului procedeu, brevetat de firma franceză *Beghin-Say*, stă, de altfel, dorința unui industriaș de a-și valorifica aceste deșeuri. Prin frecatul cocenilor, societatea sa, *Eurama*, exploatează partea moale, bogată în celuloză, pe care o vinde ca furaje. Rămîne o parte dură, bogată în lignină, pentru care nu se găsise

nici o folosință, doar ca abraziv sau absorbant pentru patul de paie la animale. Directorul de la *Eurama* s-a adresat cercetătorilor de la *INSA* din Toulouse și profesorul Durand a avut ideea de a grefa enzimele, create artificial din legături aminice, între reziduurile de acizi aminici din lignoceluloză și invertază. Acest suport improvizat s-a dovedit foarte eficace. Exemplul ilustrează legăturile care există între cercetarea fundamentală, cercetarea aplicativă și realitatea industrială și biotehnologie.

Fiecare celulă vie conține mai mult de 2 000 de enzime diferite, dar abia vreo 30 de preparate enzimatice sînt utilizate, în realitate, în industrie. Acesta este potențialul ce rămîne încă de exploatat. Deja știm să exploatăm toate reacțiile simple în care intervin enzimele, însă, în prezent, trebuie încercată reproducerea enzimatică a reacțiilor complicate, precum sintezele sau oxido-reducerile. Enzimele de care avem nevoie însă — zise din a doua generație — lucrează rar singure. Simpla transformare a glucozei în alcool generează 17 enzime. Pe de altă parte, aceste sisteme enzimatice, foarte complicate, au făcut adesea apel la coenzime, prin definiție energetice, ca de exemplu ATP (ademinosin-trifosfat) ori NADN (nicotinamid-ademin-dinucleotid). Aceste celule sînt utilizate de celulele vii drept mijloc de schimb energetic. Or aceste molecule de coenzime sînt foarte costisitor de fabricat și din acest motiv apare dificultatea utilizării directe a sistemelor enzimatice de celule vii. Asocierea enzimelor și coenzimelor la un suport și imobilizarea lor pentru a fi rentabile în permanență a rezolvat cel mai bine neajunsul. Ele își iau din mediul înconjurător energia indispensabilă reacțiilor.

Regenerarea energetică a coenzimelor, după folosirea lor, este studiată în numeroase laboratoare. La *Massachusetts Institute of Technology*, cercetătorii au pus la punct o tehnologie de fabricație pe cale chimică a ATP-ului, cu participarea de acetil-fosfat, în condiții economice rentabile. La Universitatea de tehnologie din Compiegne s-a cercetat afinitatea enzimelor și coenzimelor la cromatofori, bacterii fotosintetice care utilizează energia luminoasă. Cu enzimele care utilizează oxigenul și hidrogenul din aer sau apă și lumina ca surse energe-

tice și posibilitatea coenzimelor de a se regenera precum o baterie auto, devine posibilă realizarea industrială a reacțiilor chimice complexe.

O altă cale interesantă de cercetare este de a face enzimele să lucreze într-un mediu diferit de mediul lor natural care este apa. Fixate pe suporți adecvați de protecție, ele lucrează în solvenți organici, ca alcoolul sau metanolul, utilizați frecvent în industrie.

Egale satisfacții se așteaptă și de la ingineria genetică, grație căreia vom putea fabrica enzime hiperproductive.

Eforturile cercetătorilor se distribuie asupra posibilităților de modificare a mijloacelor de obținere a produselor cunoscute, mai mult decît fabricarea de produse noi. Scepticii afirmă că aceste cercetări sînt departe de a fi concretizate și că, afară de siropul de porumb, nimic nu a ieșit mai mult, niciodată, din alambicurile enzimatice. În opoziție, optimiștii anunță o veritabilă busculadă a pieții enzimelor care, din sectorul alimentar, vor invada ansamblurile industriale, de la chimia ușoară la chimia grea și la farmacie.

Să aruncăm o privire înfășurătoare asupra debușeurilor actuale ale ingineriei enzimatice :

Farmacie : O enzimă este indispensabilă la obținerea penicilinei G, care stă la originea tuturor noilor generații de peniciline modificate. Tehnicile enzimatice permit obținerea unor noi antibiotice.

Chimie : Sinteza chimică a lizinei ca acid aminic esențial suplinește necesarul de soia — tehnic este posibilă. Din păcate, generează întotdeauna un amestec în părți egale a 2 izomeri optici. Or numai lizina levogiră este asimilată de organism. Un procedeu enzimatic, de laborator, nu permite decît obținerea acestui izomer. In Japonia, o unitate de producere a metioninei levogire produce, după o reacție de același tip, 20 t/lună de același acid aminic.

Alimentație : În Italia și S.U.A. este utilizată β -galactozidaza fixată pentru transformarea lactozei din lapte în glucoză și galactoză. Se obține astfel un lapte dietetic

destinat persoanelor care nu posedă lactoză în organism și suportă mai greu laptele natural. Firma americană *Corning Glass* a definitivat o tehnologie care, grație β-galactozidazei, produce zahăr pe bază de glucoză și de galactoză. Acest sirop de lapte, cu aceeași putere ca a siropului de porumb, este un excelent auxiliar în industria alimentară. Mai multe unități pilot funcționează în S.U.A., Marea Britanie și Noua Zeelandă. Mediu ambiant : Reziduurilor pesticidelor și poluanților deversate în apă și produse alimentare pot fi tratate prin reacții enzimatice.

Energie : O tehnologie de producere a etalonului utilizează α-amilază pentru convertirea amidonului extras din napi și cartofi în glucoză, înainte de transformarea în alcool, datorită, în special, amiloglucozidazei. Procedeul este deja în exploatare în S.U.A. și Brazilia, unde s-au construit unități de producție. Toate utilizările biomasei celulozice (paie, deșeuri lemnoase, etc.) au trecut, în mod egal, prin punerea la punct a unor tehnologii enzimatice. Și, într-un viitor, mult îndepărtat, cercetătorii întrevăd producerea hidrogenului prin asocierea fotosistemelor vegetale și de hidrogenaze bacteriene.

O aplicație tehnologică de ultimă oră s-a materializat în utilizarea electrozilor enzimatici la dozarea analitică, de către laboratoarele de analiză medicală și cele de control industrial. De mai multă vreme s-a făcut apel la tehnicile enzimatice prin folosirea enzimelor libere la dozaj. Glucooxidaza, de exemplu, dozează zahărul din sînge. Această enzimă transformă glucoza în acid gluconic și apă oxigenată care, oxidînd un colorant, permite măsurarea. În industrie, glutamatul de carboxilază dozează acidul glutanic și pune în evidență producția gazului carbonic. Apariția electrozilor a fost urmarea firească a finalizării cercetărilor asupra utilizării enzimelor fixe în metodele de dozaj.

După tehnologia de fabricație, electrozii sînt de 2 tipuri. Primul are depusă enzima sub formă de pudră pe un electrod — în general de platină — acoperită de o membrană de celofan. Un asemenea electrod, cu aplicații medicale și industriale multiple, este produs de firma franceză „*Setric*" pentru dozarea acidului lactic. La al doilea,

enzima este încastrată într-un gel, depus pe o membrană ce înconjoară electrodul. Gelul este, în general, o poliacrilamidă, iar membrana, un polimer. Aceasta este construcţia adoptată de firma *Tacussel* pentru electrozii săi, care măsoară conţinutul de glucoză. Curentul stabilit între electrozi, referit la o curbă de etalonare, afişează rezultatul pe display-ul unui analizor. Şi totul, în cîteva secunde, în locul metodelor tradiţionale spectrofotometrice care reclamau multe minute. Sub un alt aspect, electrodul comercializat de firma *Setric* costă 500 F şi este întrebuinţat la 2 000 de etalonări, în loc de 111 F, pentru 25 de operaţii, cît permitea electrodul clasic. Mai rapizi şi mai economici, aceşti captatori sînt adoptaţi din ce în ce mai mult în controlul proceselor industriale.

CUPRINS

Prefață
Introducere 5
Tehnologia : anul unu 11

Capitolul 1
POSIBILE TIMPURI FANTASTICE . . . 15

Robinson dorea să bea 18
Zero mii și una noapte 19

Capitolul 2
CĂRĂRI PIERDUTE ? CĂRĂRI REGĂSITE ? 29

Capitolul 3
RIDICÎNDU-NE ÎN DOUĂ PICIOARE . . 43
Tehnologie de dragul... tehnologiei ? . 54

Capitolul 4
LUCRÎND PIATRA, OSUL ȘI LEMNUL . . 65
Nu este pe lume plăcere mai mare . . 72
În runiță cu un baston de... inventator 70

Capitolul 5
UNELTE ȘI ARME 87
Progresul în retrospectivă 95

Capitolul 6
ZĂBALA SUMERIENILOR 102
Pentru a atinge fantastica viteză de... 20 km/h 107

Capitolul 7
BIVOLII DIN PEȘTERI 111
Întîlnire de gradul III 114
Ce a inventat, de fapt, Gutenberg ? . . 136

Capitolul 8
CÎŢIVA OAMENI MINUNAŢI ŞI MAŞINILE LOR... INCREDIBILE... 151
Maşini-unelte pe măsură 165
Pacea de la Amiens 177
Metamorfozele lui Ajax 186

Capitolul 9
ÎNSEMNĂRI PE MARGINEA UNUI MANUSCRIS 189
O revoluţie în... vîrful picioarelor . . . 190

Capitolul 10
ARHITECŢI ÎN LUMEA ABURULUI . . . 205
Lumina inventată de... două ori . . . 216

Capitolul 11
DEZASTRUL LUI „TORREY CANYON" . . 221
O oglindă pe cer 224
De ce înjură jucătorii de fotbal ? . . 227

Capitolul 12
DESTINUL PARADISULUI 232
Invazia gîndacilor de nisip 244
Un halat alb pentru omenire . . . 253

Capitolul 13
DE PE BENZILE ILUSTRATE... ÎN TEHNOLOGIA GENETICĂ 269
Lumina restaurează valorile artei . . 271
Un scut termic pentru vehiculul viitorului 273
Să apelăm la enzime 277